



Universidade de Santiago de Compostela

Facultade de Ciencias da Educación

Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais

O DESEMPEÑO DA COMPETENCIA DE USO DE PROBAS SOBRE A EXPRESIÓN DOS XENES EN SECUNDARIA

TESE de DOUTORAMENTO

Autora: **Blanca Puig Mauriz**

Directora: **Dra. María Pilar Jiménez Aleixandre**

Programa de Doutoramento de Didáctica das Ciencias Experimentais e da
Matemática

Santiago de Compostela, Novembro 2012



Universidade de Santiago de Compostela Facultade de Ciencias da
Educación Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais

A doutora María Pilar Jiménez Aleixandre, Catedrática de Didáctica das Ciencias
Experimentais da Universidade de Santiago de Compostela FAI CONSTAR

Que o traballo de investigación que se recolle na memoria titulada:

O desempeño da competencia de uso de probas sobre a expresión dos xenes en secundaria, desenvolvido dentro do proxecto do Ministerio de Educación Ciencia e Innovación, “El desarrollo de las competencias científicas: progresión de los componentes de la práctica y del metaconocimiento” (código EDU2009-13890-C02-01),

foi realizado baixo a miña dirección pola licenciada D^a Blanca Puig Mauriz no
Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais da Universidade de
Santiago de Compostela,

AUTORIZA a súa presentación como Tese de Doutoramento para a obtención do
grao de doutora e poder optar á mención europea por parte da interesada

Santiago de Compostela, Novembro 2012

Asdo Autora:

Asdo Directora:

Blanca Puig Mauriz

María Pilar Jiménez Aleixandre

AGRADECEMENTOS

Quero expresar o meu agradecemento a todas as persoas e institucións que colaboraron e me axudaron a levar a cabo este traballo de investigación.

En primeiro lugar expreso o meu agradecemento á Universidade de Santiago de Compostela e ao proxecto europeo S-TEAM (Science Teacher Advanced Methods), código 234870, que cofinanciaron a beca predoutoral que me permitiu desenvolver esta tese. Ao Ministerio de Educación Ciencia e Innovación, grazas ao cal formei parte do proxecto “El desarrollo de las competencias científicas: progresión de los componentes de la práctica y del metacognición” (código EDU2009- 13890-C02-01). Á axuda de mobilidade do Ministerio de Educación Ciencia e Innovación, que financiou a miña estadía no Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) en Lyon para poder optar a mención europea no título da tese. E ao Consello de Cultura Galega, que grazas a súa financiación levei a cabo un estudo sobre Darwinismo nas aulas de Galicia que constitúe unha parte central da tese.

En segundo lugar á miña directora de investigación, María Pilar Jiménez Aleixandre, por guiarme todo este tempo e pola súa comprensión. Quero salientar a súa confianza e apoio non só nesta tese, senón tamén na miña formación como investigadora.

Aos membros do departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais, en especial a que xa non está Gloria Abuín, por animarme a emprender este camiño, e a Ramón López, pola súa atención e bos consellos.

A Beatriz Bravo, Beatriz Crujeiras, Paloma Blanco e Fins Eirexas, polo seu compañeirismo e a súa disposición para axudar en calquera cousa. Tamén polos momentos fóra do traballo.

Ao alumnado dos institutos Rosalía de Castro, Pontepedriñas, Carlos

Casares e Pedra da Auga; os cales me fixeron desfrutar do traballo de campo. Ao profesor Miguel Ríos, co que comecei a desfrutar da bioloxía no laboratorio, e tamén a facer investigación en didáctica das ciencias, realizando a miña primeira toma de datos na aula. A David Abdón, por darme a oportunidade de facer as primeiras gravacións da tese e por abrireme ás portas das súas aulas. A Luis Fernández López, por darme a oportunidade de convivir cos seus alumnos do instituto Carlos Casares en Viana do Bolo. Agradézolle a súa xenerosidade e atención, facéndome sentir como en casa. A Miguel Fernández, pola súa colaboración e polo tempo compartido na aula.

A Xoana, pola ilustración e a maquetación da portada da tese.

A André Tiberghien, por acollerme tan ben os tres meses de estadía en Lyon. Polas discusións sobre argumentación. E a Philippe polos seus ánimos.

Para as amigas e amigos que compartiron connigo os subidóns e baixóns durante todo este tempo. Aos que coñecín durante a tese, Ana, David, Iria, Majken, María, Ramón e Ran, polas conversas tan entretidas, os seus ánimos e apoio. E aos que coñecía de antes. En especial, a Juani, por facerme ver as cousas desde a perspectiva docente. A Suso, amigo de roteiros, por axudarme a superar os obstáculos e a saír deles con forza.

E con moito agarimo a Manuel, polas conversas sobre evolución nas que del tanto aprendín. Polas súas suxestións e os seus sabios consellos.

E por suposto, o agradecemento máis profundo vai para a miña familia, a todos eles. Aos meus pais, que sempre me animaron a loitar polo que me gusta. En especial, ao meu pai, con quen crecín nas aulas e aprendín a valorar a profesión do ensino. Agradézolle as tizas que me deixaba cando era nena para xogar a ser profesora nas aulas baleiras do seu instituto no comezo do verán. Conseguiches contaxiarme a túa paixón polo ensino.

A miña avoa Fina, quen me transmitiu tanta humanidade, e ao meu irmán Luis, quen sempre valorou o meu traballo engadindo un toque de humor, adicolle a eles este traballo.

ÍNDICE

SUMMARY	13
I FUNDAMENTACIÓN	25
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	27
1.1 Antecedentes. Argumentación e uso de probas.....	27
1.2 Obxectivos, preguntas de investigación e relevancia do estudo	30
1.3 Organización da tese	32
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	35
2.1 Introducción	35
2.2 Argumentación e uso de probas	35
2.3 O pensamento crítico.....	49
2.4 O modelo de expresión dos xenes e as posicións deterministas	62
CAPÍTULO 3. METODOLOXÍA DE INVESTIGACIÓN	77
3.1 Introducción	77
3.2 Marco metodolóxico	77
3.3 Deseño da investigación.....	81
3.4 Contexto, participantes e recollida de datos.....	86
3.5 Métodos de análise.....	88
II RESULTADOS.....	93
CAPÍTULO 4. ANÁLISE DO PROCESO DE DESEÑO DA UNIDADE DIDÁCTICA.....	97
4.1 Introducción	97
4.2 A transposición didáctica	97
4.3 Do coñecemento de referencia ao coñecemento a ensinar: primeiro paso da transposición didáctica	99
4.4 O coñecemento a ensinar: A unidade didáctica	107
4.5 Do coñecemento a ensinar ao coñecemento ensinado: o segundo paso da transposición didáctica	121

CAPÍTULO 5. USO DE PROBAS NA AVALIACIÓN CRÍTICA DUN ENUNCIADO	127
5.1 Introducción: xustificación e probas, significado e relevancia	127
5.2 Operacións de uso de probas na avaliación crítica dun enunciado.....	130
5.3 Participantes e tarefa.....	132
5.4 Categorías para analizar a práctica de uso de probas	134
5.5 Análise dos resultados da avaliación dun enunciado.....	135
5.6 Dificultades no uso de probas na avaliación dun enunciado	145
5.7 Conclusións parciais da análise da avaliación dun enunciado	146
CAPÍTULO 6. USO DE PROBAS NA ELECCIÓN DUNHA EXPLICACIÓN CAUSAL	151
6.1 Introducción: participantes e tarefa	151
6.2 Rúbrica para avaliar a calidade de argumentos e resultados da aplicación ás respostas escritas.....	152
6.3 Análise da calidade da argumentación nos debates orais	159
6.4 Discusión. Dificultades na articulación de probas na xustificación	174
CAPÍTULO 7. IDENTIFICACIÓN DE PROBAS DUNHA TEORÍA	181
7.1 Introducción: identificación de probas dunha teoría	181
7.2 Participantes e tarefa.....	183
7.3 Identificación de datos como probas da evolución.....	185
7.4 Análise de xustificacións sobre as probas da evolución.....	188
7.5 Conclusións. Dificultades na identificación de probas da evolución	194
CAPÍTULO 8. ANÁLISE DAS POSICIÓNS SOBRE A EXPRESIÓN DOS XENES E AS 'RAZAS' HUMANAS	197
8.1 Introducción.....	197
8.2 Posicións no espectro interacción – determinismo na avaliación dun enunciado científico.....	198
8.3 Representacións sociais na elección da mellor explicación causal	220
8.4 Conclusións parciais sobre as posicións do alumnado respecto á expresión dos xenes e as ‘razas’	224

CAPÍTULO 9. O COÑECEMENTO ENSINADO: DISCURSO DOUS PROFESORES NO CONTEXTO DA UNIDADE DIDÁCTICA.....	229
9.1 Introducción	229
9.2 Discurso de dous profesores: textualización e guía das tarefas	230
9.3 Movements discursivos nun episodio da primeira sesión	238
9.4 Caracterización do contrato didáctico nas dúas aulas	244
9.5 Conclusións e implicacións educativas	252
III CONCLUSIÓNS E IMPLICACIÓNS EDUCATIVAS	257
CHAPTER 10. CONCLUSIONS AND EDUCATIONAL IMPLICATIONS...	259
10.1 Introduction	259
10.2 Conclusions	260
10.3 Discussion and educational implications	267
10.4 Limitations of the thesis and possible future lines of research	273
IV REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	277
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	279
ANEXOS.....	297
Anexo 1. Libros de texto analizados	300
Anexo 2. Actividade “Watson e a intelixencia” (versión 1)	301
Anexo 3. Actividades Unidade Didáctica 1	303
Anexo 4. Actividade “Uso de probas da evolución”	310
Anexo 5. Actividades da Unidade didáctica 2	311
Anexo 6. Transcripciones dos grupos	

SUMMARY

The aim of this thesis is to examine the competency in using evidence by secondary school students in the context of the model of gene expression. Specifically, the research contributes to the area of the use of evidence as a dimension of scientific argumentation, and in particular to the analysis of the process of articulation of evidence, on the one hand in the construction of arguments, and on the other hand in the evaluation of scientific claims about the model of gene expression.

The main objective of the thesis is to examine the use of evidence by students and the difficulties they encounter when using evidence in different argumentative contexts related to gene expression. This objective is examined through three questions: the practice in the use of evidence in different argumentative contexts; the students' positions about gene – environment interactions; and teachers' discourse supporting the appropriation of the model of gene expression, and the identification and remediation of students' difficulties in the use of evidence. This leads to the three research objectives and their research questions:

Objective 1. *To examine students' use of evidence and the difficulties they encounter in using evidence in different argumentative contexts related to the model of gene expression.*

Question 1: How do students use evidence in the evaluation of scientific claims about gene – environment interactions in different argumentative contexts?

Objective 2. *To examine students' positions about gene expression in terms of gene – environment interactions.*

Question 2: What different views emerge in the continuum between interaction and determinism in arguments about gene expression?

Objective 3. *To examine the discourse of two teachers who implemented the teaching sequence about the model of gene expression, in terms of supporting the appropriation of the model and the use of evidence.*

Question 3: What are the differences between the discourse and didactical contracts of two teachers who implemented the same version of the teaching sequence, in terms of supporting the appropriation of the model of gene expression and the use of evidence?

Theoretical framework

The framework is grounded on four bodies of knowledge: 1) argumentation and use of evidence in science education, 2) critical thinking, 3) the model of gene expression and determinist positions about it, 4) genetics learning.

Argumentation and the use of evidence in science education

Argumentation and the use of evidence are framed in the scientific competency, named “competency in the knowledge and interaction with the physical world” (MEC, 2007), one of the eight basic competencies. The notions of basic competencies and scientific competency are central in PISA (ODCE, 2006).

From a theoretical perspective, argumentation can be framed in the notion of scientific practices (Jiménez Aleixandre, 2012). The study of this competency is part of a line of research in science education that focuses on the examination of students’ practices (Kelly, 2011). This thesis is grounded in the perspective which considers that learning science involves the participation in scientific practices and the appropriation of these practices (Berland & Reiser, 2009).

The use of evidence in the evaluation of knowledge constitutes one of the core aspects in argumentation (Jiménez Aleixandre, 2008). In argumentation processes, evidence is understood as data of empirical or theoretical nature that are used to support a conclusion. This research examines how students use evidence to support or rebut knowledge claims. Its purpose is to contribute to the study about the process of use of evidence in the evaluation of knowledge claims, in different argumentative contexts.

Critical thinking

One of the potential contributions of argumentation to education and to science education goals is to support the development of critical thinking (Jiménez Aleixandre & Erduran, 2008). There are several characterizations of critical thinking in philosophy, psychology and science education. These characterizations coincide on the notion of critical thinking as a reasoned argument, supported by the examination and assessment of evidence. In this research we present a characterization of critical thinking, that combines two set of components: 1) evaluation of evidence, 2) social emancipation (Jiménez-Aleixandre & Puig, 2012). Critical thinking in this perspective is understood as the competency to develop independent opinions and the ability of reflecting about the world around us and of participating in it.

The goal of the activities of the teaching sequence is to develop the use of evidence by students and to promote critical thinking about gene – environment interactions and biological determinism.

The model of gene expression and determinist positions about it

Biological determinism is a perspective viewing individual capacities and performances as being entirely determined by their genes. There is a consensus on the scientific community on the notion of phenotype as the result of interaction between genes and environment, and not exclusively as the ‘expression of genes’ (Lewontin, Rose & Kamin, 2003). Although determinism is a cause of concern worldwide due to its social implications, only a small number of science education studies have been located about this issue (Castéra et al., 2008; Ley, Selles & Ferreira, 2008; Molinatti, 2000; Willinsky, 1998a, 1998b). This research addresses students’ positions about gene expression in terms of their acknowledgement, or the lack of it, of the interaction between genes and environment.

Genetics learning

Different studies in science education reveal that genetics is one of the most difficult topics for students in Biology. Research addressing the analysis of students’ difficulties in genetics suggests a range of methods to solve them, as the use of authentic problems relevant for students (Banet & Ayuso, 1995; Jiménez

Aleixandre, 1992; Knippels, 2001) and the use of models or analogies (Venville & Donovan, 2008). For instance, Venville and Dawson (2010) propose to use argumentation in socio-scientific issues related to genetics in order to improve students' comprehension. The topic of this thesis is one of such scientific question with social implications. Although genetics is a prominent topic in science education, determinism has not been explicitly studied. We consider this examination an original contribution of the thesis.

Methodology, educational context and teaching sequence

The methodology is qualitative and framed in the approach of multiple cases study. The research includes a pilot study and four case studies developed in two research phases. It is framed in discourse analysis, drawing from Gee's (2005) work for the characterization of the episodes in classroom discourse.

The participants are 251 secondary school students and four Biology and Geology teachers in three secondary schools in Galicia. The name of the schools, teachers and students are pseudonyms. Data collected include audio and video recordings of the sessions, written responses and the researcher field notes.

The analytical methods correspond to two questions: the design of the teaching sequence and the research questions. The design of the teaching is analysed through the *didactical transposition* (Verret, 1975; Chevallard, 1991), that characterizes the process of transformation of knowledge from one community, scientists, to another, classrooms.

For the analysis of the three research questions different rubrics were designed in interaction between the literature (López & Jiménez, 2007; Kuhn, 1991; Mortimer & Scott, 2003) and data from students.

Results

Knowledge to be taught: the teaching sequence

The methodological approach for the design of the teaching sequence is framed by the didactical transposition, that includes two steps (Tiberghien et al., 2009): 1)

from reference knowledge to knowledge to be taught, 2) from knowledge to be taught to taught knowledge. The teaching sequence is the result of the first step of the didactical transposition. The design of the teaching sequence was carried out in two research phases that allowed the identification of students' difficulties and to modify the tasks accordingly. The students' main changes from the first to the second version of the sequence affect the structure of the sessions and the design of the tasks. The second version of the teaching sequence has five sessions and includes two activities of modelling about gene expression, and three about the use of evidence in different argumentative contexts.

Use of evidence in different argumentative contexts

The first research question is: How do students use evidence in the evaluation of scientific claims about gene – environment interactions in different argumentative contexts? In particular we examine the quality levels identified by the criterion of connecting claims and evidence, in three different argumentative contexts: 1) The context of critical evaluation of a claim (task “Watson and intelligence”); 2) the context of election of a causal explanation (task “Black sprinters”); 3) the context of identification of evidence about a theory (task “Evidence about evolution”). The results and the process of analysis are:

1) Context of critical evaluation of a claim: three criteria related to the operations of the use of evidence are used to build the rubric in this context: 1) to identify the meaning of the claim, 2) to identify the items as evidence, related to the model, 3) to connect evidence and claim through a justification. According to these criteria, written responses were coded in three categories located in a continuum from higher to lower level of coordination between evidence and claim: A. *Identifying the meaning of the claim, the evidence and connecting them through one or more justifications*; B. *Identifying partially the claim and interpreting inadequately the evidence*, C. *Failing in distinguishing claim from evidence*.

The results show that students encounter difficulties in the use of evidence in the evaluation of Watson's claim. Category C has the higher frequency of responses in all items, except for item 3, malnutrition. We relate these difficulties

with three aspects: a) content comprehension, that explains the difficulties with criterion 1; b) identification of different cases of the same model (the model of gene expression), related to criterion 2 and 3; c) ethical implications in the content of the task.

2) Context of election of a causal explanation: First, a rubric of analysis was built, using as a central criterion the presence of one or more justifications integrating evidence in a causal explanation. In this context, as Koslowski et al. (2008), we consider that information becomes evidence when an explanation can incorporate it into a causal framework. According to this criterion three categories of arguments are established representing different levels of quality in a continuum: 3. *Arguments including one or more justifications integrating one or several pieces of evidence in a causal explanation*; 2. *Arguments mentioning data but not integrating them in an explanation, so data do not become 'evidence' (pseudo-justification)*; 1. *Confusion between claim and justification* (written arguments) *or not mentioning data* (oral arguments). Other criteria to divide category 3 in subcategories are: specific data vs. generic data and the co-construction of arguments.

Second, we apply the rubric to the arguments of eight groups, both written and oral. The results are:

Concerning written informs: the majority of groups, five out of nine were coded in the intermediate category (category 2). Three groups were coded in the higher category (category 3) and one group in the lower category (1).

Concerning the oral debate: the arguments of five groups are in higher levels than their final written responses. We identify as conditions of higher quality arguments when there is not agreement among students, or asking for justifications by one member of the group.

Two types of difficulties for building justifications integrating evidence, and in general, for using evidence, are identified: 1) problems to identify the purpose of the task and 2) problems to interpret the meaning of the data.

3) Context of identification of evidence about a theory: First, we examine the identification of data as evidence for evolution. The identification of evidence

by students requires understanding the two claims of the theory of evolution: the origin of species and natural selection. Items 1 and 2 are related to the origin of species, and item 4 to natural selection. Item 3, human height increase along generations, constitutes an evidence of the influence of environment in gene expression. The items chosen with a higher frequency were 1, Archaeopteryx, and 2, whales.

Second, we analyse the construction of arguments, in particular, the capacity to coordinate the data with the claim through justifications. Responses were distributed in four categories: 1. *Justification connecting data to claim*; 2. *Reference to meta-knowledge about evidence*; 3. *Pseudo-evidence: discussion about the information*; 4. *Non-evidence*. It was not easy for students to connect the data with the claim through a justification. The higher frequency of responses corresponds to the category pseudo-evidence. The results reveal also differences in the contexts of the items. Some as item 1, Archaeopteryx, were an easiest context to build justifications about why it is evidence for evolution.

Students' views about the model of gene expression in terms of acknowledgment the interactions gene – environment

The second research question is: What different views emerge in the interaction – determinism continuum in arguments on gene – environment interactions? This question is analysed in two contexts: 1) critical evaluation of a claim (task "Watson and intelligence"), 2) the election of a causal explanation (task "Black sprinters").

1) Context of critical evaluation of a claim: written responses are distributed in different categories according to their position in a spectrum or continuum of interaction between genes and environment, on the other hand, determinism. The construction of categories is in interaction with data. The rubric has four categories or positions in the *continuum*, from views recognizing the interaction to determinist views. The results are:

In the written responses of three classrooms (one classroom of 9th graders and two from the university): the highest frequency category in three out of four items is *do not consider the opposition interaction – determinism*. The second

most frequent category (and the most frequent in item 3) is to recognize the interactions gene – environment. The lowest frequency corresponds to determinism positions. An issue that emerges from the analysis of written responses is the identification of blacks (that were presented in the text as Americans) as “Africans”, what we consider related to the influence of social representations. Thirteen references to Africa were identified in eleven responses to items 1, 2 and 3.

We examined if there was a coherence between students’ positions in their written and oral responses. The oral debate of 9th graders, taking place after the written responses, reveals some change of positions. There is coherence in six out of thirteen individual utterances (three show a determinist view, and three interaction), five students change their positions (from a determinist to an interactionism view), and three show undefined positions between determinism and interaction.

2) Context of election of a causal explanation for athletics performances: the acknowledgement of the interactions gene – environment is a criterion to build the rubric. According to this criterion three categories were established: 1) *only genes are responsible for performances*; 2) *genes and environment influence are the cause, but genes are more relevant*; 3) *interaction between genes and environment*. The rubric is applied to the oral discussions of nine groups. The results show that in two groups, the predominant discourse was an attribution to genetics as the only determinant for athletic performance. Another two groups, recognized the role of environment, but saw it as subordinate to genes. Five groups arrived to an explanation combining genes and environment.

Taught knowledge. Teachers’ discourse

The third research question is: *What are the differences between the discourse and didactical contracts of two teachers who implemented the same version of the teaching sequence?* The analysis and results are:

First, we examine the teachers’ discourse during the first session of introduction of genetic notions, when most of the discourse corresponds to the teachers. For this analysis, we use the concept of textualization (Mortimer, 2002).

The division in episodes attend to two issues: the content of and the type of discursive moves. The episodes follow a pattern of the consecutive discursive moves of textualization: description, explanation, and generalization. To these we add *application*. From the six episodes in the first session five are common to both teachers. The analysis of teacher-students interactions in the context of introduction of the influence of environment on gene expression show quantitative and qualitative differences on how teachers dealt with gene-environment interactions. In one case, the input from students was minimal: six turns out of 17, whereas in the second case, about half of the turns (36 out of 73) correspond to students.

Second, we examine teachers' actions in sessions 2, 3, 4 and 5. In particular, how the teachers introduced the tasks and their guidance of the students in them. The analysis shows some general differences in the discourse patterns of both classrooms. In the second class it was apparent that students were used to work in small groups and they expected to express their opinions and to participate in the debates. These activities were not apparent in the first class and the students had difficulties in understanding the purpose of some of the tasks.

Third, we characterize the didactical contracts created in the two classrooms. For this purpose an adaptation of Mortimer and Scott's (2003) scheme was used. Two dimensions are examined: 1) the content knowledge including not only genetics but also scientific practices, 2) the communicative approach. The analysis of the communicative approach attends to three interrelated aspects: (a) the type and number of teachers' questions; (b) how teachers account for students' answers; (c) the interaction patterns. The results showed quantitative and qualitative differences between both teachers, being the approach in the second classroom more dialogic and interactive than in the first. The discourse patterns in the first class consisted of detailed explanations interrupted by short question-answer exchanges. The teacher retained the responsibility of the progress of knowledge; he focused on a view of what he is teaching. In the second classroom, there was little time devoted to the teacher lecturing and the students listening. The progression of the knowledge took place

through interactive processes between the teacher and the students. The task of knowledge construction was shared with students. Due to these differences the didactical contract in both classrooms was very different: in the first class students' expectations are that the teacher explains without being interrupted. In the second one the students expected that the teacher interacted with them.

Conclusions

The results allow us to reach the following conclusions:

Regarding the first research question: 1) The operations in using evidence are influenced by the argumentative context. Different dimensions in the operations of use of evidence are identified in each context. This attention to the contexts constitutes an original contribution of the thesis; 2) There are common patterns in the level of difficulty of the operations in the use of evidence in the three argumentative contexts, and on the other hand, some differences in the difficulties of specific operations in different contexts; 3) The difficulties identified in the use of evidence are related to the different dimensions in each argumentative context; 4) There are differences between the argumentative quality in writing statements and oral discussions. Some of the oral arguments are of higher levels than the final written arguments. This higher quality is related with oppositions or demand of justifications within the group.

Regarding the second research question: 5) The majority of students show non-determinist positions in their arguments, although not all of them recognized gene – environment interactions; 6) There is some change in students' positions in the spectrum interaction – determinism in the oral debate, leading to a position that recognizes gene – environment interactions; 7) There is an identification of black people as "Africans", which can be considered as influenced by social representations.

Regarding the third research question: 8) There are differences in the communicative approach of teachers, with one being more dialogic and interactive than the other in three dimensions: a) the type and number of questions, b) the

reactions to students' answers, c) the interaction patterns; 9) A dialogical approach facilitates the identification of students' difficulties; 10) The didactical contracts in both classes are different; this has implications for the teaching of a socio-scientific issue as the model of gene expression.

One implication is the need for designing tasks that take into account different contexts of the use of evidence. Based on the findings it is suggested that the identification of specific dimensions in the operations of use of evidence in each context should guide teachers to the difficulty of the tasks.

The different types of didactical contract influence the comprehension of SSI. This issue should be addressed in teacher education, in order to improve the teaching of the model of gene expression in particular, and of complex scientific models in general.

I FUNDAMENTACIÓN

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Este estudo aborda o desenvolvemento da competencia de uso de probas por parte de alumnado de secundaria e bacharelato no contexto do modelo de expresión dos xenes. A investigación pretende contribuír ao estudo de uso de probas como unha dimensión da argumentación científica, en particular á análise do proceso de articulación de probas na construción de argumentos e na avaliación de enunciados científicos relacionados co modelo de expresión dos xenes.

1.1 Antecedentes. Argumentación e uso de probas

Na investigación en didáctica das ciencias o interese pola argumentación incrementouse nas dúas últimas décadas (ver por exemplo, Berland e Reiser, 2009; Erduran e Jiménez, 2008; Zohar e Nemet, 2002). A competencia en uso de probas, relacionada coa argumentación, é obxecto do programa de investigación do Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais da Universidade de Santiago de Compostela. Desde 1994 o grupo de investigación RODA (Razoamento, Discurso e Argumentación) estuda a argumentación e o desenvolvemento das competencias científicas.

No novo currículo de Educación Secundaria Obrigatoria de España e Galicia salientase a importancia da argumentación e do uso de probas, tanto na caracterización da competencia científica como na descrición de obxectivos das materias de ciencias (MEC, 2007). Na avaliación internacional PISA unha das tres competencias científicas avaliadas é a de “usar probas científicas”, facendo fincapé no papel das probas para sustentar ou rexeitar conclusións (OCDE, 2006).

A noción de competencia en uso de probas é unha dimensión central na argumentación (Jiménez Aleixandre, 2008). Esta competencia en uso de probas enmárcase na definición de competencia como “*a capacidade de poñer en práctica de forma integrada, en contextos e situacións diversas os coñecementos, as habilidades e as actitudes persoais adquiridas*” (Xunta de Galicia , 2007, p. 11).

Toulmin (1958) realizou unha relevante contribución ao desenvolvemento da teoría da argumentación. Presentou un modelo que describe os distintos elementos constitutivos ou compoñentes dun argumento e a relación entre eles. Este esquema constitúe unha das ferramentas máis utilizadas para a análise da argumentación do alumnado na investigación didáctica.

Desde principios dos anos 90 hai unha liña de investigación en didáctica das ciencias que se interesa polo estudo da argumentación. Deanna Kuhn (1992, 1993), foi unha das primeiras persoas en chamar a atención sobre a argumentación, propoñendo que na aprendizaxe das ciencias, ademais da experimentación, hai que prestar especial atención á argumentación. Dos traballos sobre argumentación, abordaremos en particular os que analizan o uso de probas (Berland e Reiser, 2009; Hogan e Maglienti, 2001; Maloney, 2009; Sandoval e Millwood, 2005; 2008, entre outros). Os resultados destas investigacións apuntan ás dificultades que teñen os alumnos, por exemplo para explicar en que medida as probas apoian as conclusións, así como para citar suficientes probas.

Este traballo enmárcase nos estudos que examinan a argumentación e o uso de probas sobre cuestións socio-científicas na aprendizaxe das ciencias (Sadler e Donnelly, 2006). A introdución das cuestións socio-científicas na aula está recibindo atención pola comunidade de investigación en didáctica das ciencias, xa que se suxire que poden constituír un contexto axeitado para o desenvolvemento da argumentación e da capacidade para avaliar os datos e a información científica (Kolstø, 2001).

Este traballo sitúase na perspectiva que entende que un dos obxectivos da educación científica é formar persoas capaces de intervir na toma de decisións sobre cuestións científicas de relevancia social. O determinismo biolóxico

constitúe un exemplo deste tipo de cuestións socio-científicas.

Denomínase determinismo biolóxico á perspectiva que contempla ás capacidades e desempeños das persoas como determinadas única e exclusivamente polos seus xenes. Esta perspectiva mantén que existen diferenzas de aptitude non só a nivel individual, senón entre grupos humanos que explican o seu éxito ou fracaso social e económico. O racismo é unha forma de determinismo.

Malia a importancia que ten o determinismo debido as súas implicacións sociais, localizáronse un escaso número de traballos sobre esta cuestión no ensino das ciencias: o traballo de Willinsky (1998a) analiza o concepto de 'raza' no ensino das ciencias en Canadá; especificamente, os significados que lle atribúen o profesorado e os que aparecen nos libros de texto. Levy, Selles e Ferreira (2008) examinan a noción de 'razas' nos libros de texto de Brasil; Castéra et al. (2008) realizan un estudo comparativo sobre o determinismo nos libros de texto de Bioloxía de distintos países; e Molinatti (2007) analiza o determinismo actual en neurociencias, concretamente sobre as células nai.

En relación á revisión dos traballos sobre argumentación en xenética (por exemplo, Dawson e Venville, 2010; Lewis e Leach, 2006; Sadler e Zeidler, 2005a; 2005b; Zohar e Nemet, 2002), ningún deles aborda de forma específica o determinismo biolóxico.

Dada esta escasa atención na investigación en didáctica das ciencias, decidiuse abordar o modelo de expresión dos xenes. Este traballo pretende analizar a competencia en uso de probas no contexto do modelo de expresión dos xenes e as representacións deterministas que poidan influír no discurso do alumnado. Para isto, deseñouse unha unidade didáctica sobre o modelo de expresión dos xenes, que inclúe actividades de uso de probas sobre as interaccións xenes – ambiente en distintos contextos argumentativos.

1.2 Obxectivos, preguntas de investigación e relevancia do estudo

O obxectivo central da tese é examinar o uso de probas por parte do alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño en distintos contextos argumentativos sobre o modelo de expresión dos xenes. O desenvolvemento da competencia de uso de probas en argumentación examínase mediante a análise de tres cuestións:

- 1) O desempeño de uso de probas en distintos contextos argumentativos.
- 2) As posicións do alumnado respecto ás interaccións xenes – ambiente.
- 3) O discurso dos docentes no marco das interaccións profesor – alumnos.

O desenvolvemento da práctica de uso de probas foi analizada como unha produción conxunta entre profesor e alumnos.

Disto derívanse os tres obxectivos de investigación e as preguntas de investigación da tese.

Obxectivo 1

Examinar o uso de probas polo alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño en distintos contextos argumentativos. Este obxectivo concrétase nesta pregunta de investigación:

Pregunta 1: Como usa o alumnado as probas na avaliación de enunciados científicos sobre as interaccións xenes – ambiente? Especificamente, avalíanse os niveis de calidade identificados pola conexión entre enunciados e probas mediante xustificacións en tres contextos.

Obxectivo 2

Examinar as posicións do alumnado sobre a expresión dos xenes en termos do recoñecemento das interaccións xenes – ambiente. Este obxectivo concrétase nesta pregunta de investigación:

Pregunta 2: Que diferentes posicións nun espectro interacción – determinismo maniféstanse nos argumentos sobre a expresión dos xenes?

Obxectivo 3

Examinar o discurso de dous profesores en dúas aulas nas que se levou a cabo a

unidade didáctica sobre o modelo de expresión dos xenes, en termos de apoiar a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado.

Este obxectivo concrétase nesta pregunta de investigación:

Pregunta 3: Que diferenzas hai entre os discursos e os contratos didácticos de dous profesores que implementan a mesma versión da unidade didáctica, en termos de apoiar a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado?

A unidade didáctica foi desenvolvida e probada a través dun estudo piloto e dúas fases de investigación en cinco aulas. O contexto disciplinar é a xenética en 4º de ESO, en particular o modelo de expresión dos xenes. No currículo de Galicia, a xenética forma parte dos contidos de 4º de ESO, último curso de ensinanza obrigatoria. Estudiar ciencias neste curso é optativo para os estudantes. Por este motivo, un dos profesores decidiu levar a cabo a unidade nunha materia nova de ciencias, Ciencias para o Mundo Contemporáneo, obrigatoria para todo o alumnado en 1º de Bacharelato (16-17 anos). A natureza socio-científica desta cuestión, fai que sexa especialmente axeitada para esta materia de ciencias, que trata cuestións científicas de relevancia social.

As tarefas da unidade combinan a identificación, selección e uso de probas para avaliar enunciados (argumentación) e a modelización da expresión dos xenes (construción de explicacións), o que se corresponde con dúas das tres competencias científicas. Concordamos con Andrée Tiberghien (2008) na necesidade de ir máis aló dos obxectivos da disciplina á hora de deseñar a unidade didáctica, tendo en conta a cultura científica e a formación cidadá do alumnado. As actividades da unidade teñen tamén como obxectivo promover o desenvolvemento do pensamento crítico sobre o determinismo biolóxico por parte do alumnado.

A importancia da investigación reside nestas catro cuestións:

a) Ampliar o coñecemento sobre o desempeño da competencia en uso de probas polo alumnado de secundaria. Especificamente, caracterizar as distintas operacións que forman parte do uso de probas en distintos contextos

argumentativos e identificar as dificultades que presenta o seu desempeño.

b) Examinar as posicións do alumnado respecto ás interaccións xenes – ambiente. En particular, que distintas posicións nun espectro interacción – determinismo se manifestan nos argumentos dos estudantes. Estas posicións, reflicten, na nosa opinión distintas representacións sociais sobre estas cuestións. En particular o determinismo e as 'razas' humanas. Malia que o concepto de 'razas' como unha categoría xerárquica nos seres humanos carece de significado científico (está desbotado hoxe en día pola comunidade científica), e está ausente dos libros de texto dos escolares, segue vixente na sociedade. Existe un número reducido de traballos en didáctica das ciencias que abordan o determinismo biolóxico, mais ningún deles aborda a argumentación e o uso de probas. A análise desta cuestión constitúe unha das aportacións orixinais da tese.

c) Examinar a comprensión do alumnado acerca do modelo de expresión dos xenes mediante a súa aplicación a contextos reais. Dada a escasa atención que recibe o modelo de expresión dos xenes no currículo (Xunta de Galicia, 2007), e o número reducido de actividades de aplicación nos libros de textos de Bioloxía, este traballo pretende axudar a mellorar o coñecemento sobre as dificultades no ensino – aprendizaxe do modelo de expresión dos xenes e as súas implicacións educativas.

d) Examinar o discurso de dous profesores no marco das interaccións profesor – alumnos en dúas aulas nas que se levou a cabo a mesma unidade didáctica, o que Tiberghien, Vince e Gaidioz (2009) denominan a acción conxunta. O propósito desta análise é mellorar o coñecemento sobre como favorecer a apropiación do modelo de expresión dos xenes polo alumnado.

1.3 Organización da tese

Esta tese divídese en dúas partes. A primeira parte inclúe tres capítulos, o primeiro, a *Introdución*, presenta os antecedentes, os obxectivos e as preguntas de investigación, e a importancia desta investigación.

O segundo, o *Marco Teórico*, inclúe catro apartados que abordan os catro campos de estudo que fundamentan a tese: a argumentación e o uso de probas en

didáctica das ciencias; o pensamento crítico; o modelo de expresión dos xenes e as posicións deterministas; e a aprendizaxe de xenética.

O terceiro, a *Metodoloxía* de investigación, inclúe catro apartados: o marco metodolóxico; o deseño da investigación; o contexto, os participantes e a toma de datos; e a descrición dos métodos de análise empregados.

A segunda parte da tese, do capítulo cuarto ao décimo, abordan os resultados de investigación, as conclusións e as implicacións educativas:

O cuarto, *Análise do proceso de deseño da unidade didáctica*, aborda os resultados de deseño da unidade didáctica de uso de probas sobre o modelo de expresión dos xenes. Preséntase o enfoque teórico e metodolóxico empregado no deseño e os cambios realizados na implementación da unidade en distintas fases.

Os capítulos quinto, sexto e sétimo abordan os resultados referentes ao primeiro obxectivo de investigación: Examinar o uso de probas polo alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño en distintos contextos argumentativos. Especificamente, avalíanse os niveis de calidade identificados pola conexión entre enunciados e probas mediante xustificacións en tres contextos. O capítulo quinto aborda o *Uso de probas na avaliación crítica dun enunciado*. O sexto aborda o *Uso de probas na elección dunha explicación causal*, no contexto de avaliación dunha explicación causal. O sétimo aborda a *Identificación de probas dunha teoría*, no contexto de identificación de probas da teoría da evolución.

O octavo, *Análise das posicións sobre a expresión dos xenes e as 'razas' humanas*, presenta os resultados referentes ao segundo obxectivo de investigación: examinar as posicións do alumnado sobre a expresión dos xenes en termos do recoñecemento das interaccións xenes – ambiente.

O noveno, *O coñecemento ensinado: discurso dos profesores no contexto da unidade didáctica*, discute os resultados referentes ao terceiro obxectivo de investigación: examinar o discurso de dous profesores en dúas aulas nas que se levou a cabo a unidade didáctica sobre o modelo de expresión dos xenes, en termos de apoiar a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado.

O décimo, *Conclusiones e implicacións educativas*, aborda as conclusións principais que se derivan desta investigación e as súas implicacións na investigación e na ensinanza de cuestións socio-científicas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Neste capítulo preséntanse os catro campos que conforman o marco teórico deste traballo de investigación. En primeiro lugar desenvólvese un apartado sobre a argumentación e o uso de probas. En segundo abórdase o pensamento crítico e a súa relación coa argumentación. En terceiro preséntase un apartado sobre o modelo de expresión dos xenes e as posicións deterministas. E en cuarto lugar faise unha revisión da literatura sobre a aprendizaxe de xenética, con especial atención aos estudos relacionados co modelo de expresión dos xenes.

2.2 Argumentación e uso de probas

A argumentación está presente na vida diaria e xoga un papel central nas sociedades democráticas, os membros dunha sociedade precisan saber argumentar para defender as súas ideas, analizar de xeito crítico as opinións doutros e poder rebatilas con argumentos. As prácticas argumentativas implican facer públicas as ideas e razoamentos individuais, e xa que logo, os procesos cognitivos (Collins, Brown e Newman, 1989).

O estudo da argumentación é relevante en ciencias, entre outros motivos, porque a construción do coñecemento científico implica tanto a xeración como a xustificación de enunciados encamiñados á comprensión da súa natureza (Jiménez-Aleixandre, Bugallo e Duschl, 2000).

Este apartado inclúe en primeiro lugar un resumo de distintas concepcións

de argumentación nos distintos campos relacionados coa ciencia, en segundo discútese a relevancia da argumentación e uso de probas no marco das competencias científicas, e, en terceiro faise unha revisión dos estudos sobre argumentación e uso de probas, con especial atención a aqueles traballos máis relacionados con esta investigación.

2.2.1 Qué se entende por argumentación? Diferentes concepcións sobre a argumentación

Existe consenso en distintos campos como psicoloxía (Kuhn, 1993), filosofía da ciencia (Siegel, 1989) e didáctica das ciencias (por exemplo, Driver et al., 2000, Duschl e Osborne; 2002, Jiménez-Aleixandre, Bugallo e Duschl, 2000; Kelly e Takao, 2002; Sandoval e Millwood, 2005) no papel central da argumentación na aprendizaxe das ciencias. Porén, desde estes campos, a argumentación recibiu ao longo do tempo distintas definicións, mesmo nalgúns casos existindo diferenzas dentro de cada área. O obxectivo deste apartado non é facer unha revisión exhaustiva das distintas definicións de argumentación en cada campo, senón presentar aquelas definicións que resultan máis relevantes polas súas implicacións en didáctica das ciencias, e tratar de explicar en que medida as distintas perspectivas (filosofía, psicoloxía da ciencia) forman parte do marco teórico deste traballo de investigación.

O estudo da argumentación comezou en Grecia onde recibiu o nome de Retórica. O filósofo Aristóteles é recoñecido como o pai da teoría da argumentación (Walton, 1996). El define a argumentación como un modo de razoamento lóxico que se produce a partir dunha premisa. Este razoamento lóxico prodúcese a través da retórica entendida como o arte de falar ben. Para Aristóteles a boa argumentación é convencer de algo verdadeiro e comprobable mediante procedementos lóxicos, porén a mala argumentación pasa polos sentimentos e as emocións para convencer (Plantin, 2005).

As posibilidades de usar na argumentación cotiá razoamentos baseados na lóxica formal son escasas. Como indican Toulmin (1958) e Walton (1996) na argumentación da vida cotiá utilízase máis a lóxica informal. Na vida diaria,

cando nos enfrentamos a situacións problemáticas, poden existir distintas alternativas válidas para chegar a unha solución.

Na perspectiva de Perelman, chamada a nova retórica, a argumentación é razoamento, inferencia e fundamentalmente, o propósito de persuadir, facer cambiar de ideas, actitudes, accións e decisións a un interlocutor. Perelman e Olbrechts-Tyteca (1989), consideran que a finalidade da argumentación é convencer con razóns e persuadir mediante recursos afectivos e afirman que toda argumentación debe desenvolverse en función da audiencia. Estes autores establecen claras diferenzas entre argumentar e demostrar. Para eles, a demostración é o medio que se utiliza para probar algo nas ciencias exactas, mentres que a argumentación é unha acción dialóxica que permite a adhesión á tese que se propón mediante razóns válidas. Polo tanto, a argumentación é eficaz cando logra convencer á audiencia e provoca a realización da acción proposta ou alomenos crea unha disposición para a acción. Nesta perspectiva, a audiencia ocupa un papel central.

Na perspectiva pragma-dialéctica de van Eemeren e Grootendorst (2004), a argumentación ten como obxectivo a resolución de diferenzas de opinión. A argumentación forma parte dunha discusión entre un protagonista e un antagonista. O protagonista defende un punto de vista e o antagonista confróntase a el. A diferenza da retórica, na argumentación dialéctica, o interese non está na persuasión, senón en chegar a un acordo. Ambas partes (o protagonista e o antagonista) presentan os seus puntos de vista. Nesta perspectiva, o obxectivo é crear unha actitude proclive á discusión a través da análise crítica de distintas posturas, de cara a concordar na toma de decisións.

van Eemeren e Grootendorst (2004) definen a argumentación como: “unha actividade verbal, social e racional destinada a convencer a unha audiencia razoable sobre a aceptabilidade dun punto de vista presentando unha constelación de proposicións que apoian ou refutan a proposición expresada no punto de vista” (p.1). É importante salientar que estes autores fan unha distinción entre argumentación e outras formas do discurso como explicación, elaboración e aclaración. Estas tres últimas utilízanse para discutir cuestións xa aceptadas,

mentres que a argumentación é importante para un punto de vista non aceptado aínda.

Tamén desde a filosofía, Stephen Toulmin (1958) proporciona unha nova concepción de argumentación. Toulmin ten como obxectivo desenvolver un novo marco de análise da estrutura dos argumentos que supere a lóxica formal que non considera adecuada para a argumentación en contextos reais. Para el a lóxica formal proporciona unha concepción sen contextualizar da argumentación e trata de superar esta idea mediante o seu esquema de argumentación. O modelo ou esquema de Toulmin (1958) constitúe un potente instrumento para a análise de argumentos. Nel, Toulmin define unha serie de elementos e as súas relacións: a) datos; b) enunciados ou conclusións; c) xustificacións. A estes tres engádense nalgúns casos: d) o coñecemento básico, e) calificadores modais e f) refutacións. Algúns poden ser implícitos ou explícitos.

O traballo de Toulmin pretende estudar a argumentación na práctica distinguindo entre os argumentos ideais empregados na lóxica ou matemáticas e os argumentos en contextos lingüísticos naturais. Analizando argumentos de distintos campos, Toulmin distingue entre elementos comúns (invariantes) e outros que si dependen do campo. Considera elementos comúns aos datos, conclusións, xustificacións, coñecemento básico, calificadores modais e refutacións; mais non ao que se considera como dato, conclusión, xustificación, etc, en cada caso, que si sería dependente do campo. Este modelo resulta de gran utilidade en didáctica das ciencias xa que permite analizar o discurso do alumnado na clase de ciencias.

No contexto da psicoloxía, Billig destaca por usar a retórica tradicional no contexto das teorías cognitivas da psicoloxía social. No seu libro *Arguing and Thinking* (1987) indica que as ideas se xeran mediante o diálogo e que a través dos argumentos se revelan os nosos pensamentos. O autor sinala a importancia do contexto e da xustificación na argumentación. Tamén desde a psicoloxía cognitiva, Deanna Kuhn (1992, 1993) entende a argumentación como unha práctica cognitiva ou proceso de pensamento (*thinking practice*). Kuhn (1992) diferencia entre dous tipos de argumentos: retóricos (individuais) e dialóxicos,

sinalando que ambos están conectados. No primeiro caso indica que se trata dun “razoamento que ten como obxectivo demostrar que algo é certo ou falso”, e no segundo, un diálogo entre dúas ou máis persoas con visións opostas onde cada persoa ten que xustificar a súa visión. Kuhn afirma que ambos argumentos, retóricos e dialóxicos, demandan o mesmo tipo de operacións cognitivas: enunciarse unha conclusión, achegar probas que apoiem o enunciado e avaliar ou xulgar a validez do enunciado; aínda que os argumentos retóricos asemellen dunha menor complexidade cognitiva xa que as alternativas non son tan visibles. Para analizar as destrezas da argumentación Kuhn (1991) levou a cabo un estudo no que preguntou a 160 persoas de distinta idade pola súa opinión en relación a tres temas sociais: 1) que fai que os prisioneiros volvan delinquir despois de cumprir a condena?, 2) que fai que o alumnado fracase na escola?, c) cales son as causas do desemprego? Para apoiar os seus razoamentos, solicitoulles que presentasen probas das súas opinións, opinións alternativas e probas en favor das opinións alternativas. Con este estudo e outros traballos publicados a comezos dos anos 90, Kuhn (1993) chama a atención sobre a relevancia da argumentación na aprendizaxe das ciencias. Estes traballos de Kuhn tiveron moita influencia na posta en marcha da liña de investigación en didáctica das ciencias.

Durante as últimas décadas a argumentación recibiu unha maior atención como proceso social, dialóxico, lingüístico e psicológico que promove a aprendizaxe e o razoamento (Muller-Mirza e Perret-Clermont, 2009). A argumentación é de gran relevancia para os investigadores en didáctica que abordan o estudo dos procesos cognitivos e sociais que promoven a aprendizaxe.

Desde a filosofía da educación, Harvey Siegel (1995) defende que un dos obxectivos educativos debe ser o de promover a capacidade para razoar entre o alumnado, e que para isto o profesorado debe prestar atención tanto a se o alumnado argumenta ben no sentido persuasivo, como tamén a que sexan quen de basear as súas crenzas, xuízos e accións en “boas razóns”, é dicir de utilizar criterios para avalialos.

Sobre a relevancia do discurso na aprendizaxe das ciencias, desde o socio-constructivismo, Lemke (1997) afirma que tanto aprender, ensinar, como facer

ciencia son basicamente procesos sociais que se producen a través dos membros das comunidades sociais, como por exemplo as aulas. Lemke di que mediante o diálogo comunicativo o alumnado accede á forma de falar de modo científico. Para Lemke a educación científica consiste en “ensinar a usar a linguaxe” segundo os patróns semánticos da ciencia, de xeito flexible e para os seus propios propósitos. É dicir, a aprendizaxe da ciencia é unha cuestión de “aprender como falar ciencia”, o cal require das mesmas habilidades linguísticas que calquera outra disciplina. Lemke (1997) propónlle ao profesorado que traten de romper coa estrutura do diálogo pregunta-resposta-avaliación (diálogo triádico) e presten unha maior atención aos interrogantes do alumnado, que lle ensinen de xeito explícito como usar a linguaxe da ciencia e que lles axuden a recoñecer ideas alternativas. Esta visión dunha ensinanza das ciencias interactiva vai unida á idea de que aprendizaxe non só consiste nunha simple adquisición do coñecemento, senón que implica a construción de significados e a transformación dos coñecementos previos. Estes procesos requiren da participación activa do alumnado e que o profesorado actúe como guía ou mediador na aprendizaxe do alumnado.

Todas estas perspectivas, en distinta medida, subliñan a importancia do discurso e a argumentación na construción do coñecemento científico por parte do alumnado. Porén, malia existir consenso en relación á importancia da argumentación en ciencias, o concepto de argumentación recibe distintos significados por parte dos investigadores en didáctica das ciencias.

Este traballo de investigación toma a definición de argumentación de Jiménez-Aleixandre no seu libro *10 Ideas Clave Competencias en Argumentación y Uso de Pruebas* (2010):

“Argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados en base a las pruebas, es decir reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, en otras palabras sustentados en pruebas. La argumentación es una herramienta de la que disponemos para evaluar el conocimiento” (p.23)

2.2.2 A relevancia da argumentación e uso de probas no marco das competencias científicas

A argumentación e o uso de probas enmárcanse na competencia científica, que é denominada nos documentos curriculares ‘competencia no coñecemento e na interacción co mundo físico’ (MEC, 2007), unha das oito competencias básicas. No ámbito da investigación educativa existe un aumento de interese no desenvolvemento desta competencia debido fundamentalmente ao seu uso pola OCDE como eixo central no marco de avaliación PISA (OCDE, 2006) e á recomendación pola Unión Europea (UE, 2006) dunha lista de competencias básicas. Estas competencias básicas recóllense nos documentos curriculares de distintos países europeos.

Segundo PISA a definición de competencia, consiste na capacidade dunha persoa para “reflexionar e aplicar os seus coñecementos e experiencias aos problemas que se presentan na vida real” (OCDE, 2006, p. 9). No currículo de Galicia, defínese como a capacidade de poñer en práctica de forma integrada en contextos e situacións diversas, os coñecementos, destrezas e actitudes desenvolvidos ao longo do proceso de aprendizaxe. Esta definición de competencia resulta de gran relevancia, xa que ademais de achegar un novo termo, introduce dúas cuestións innovadoras (Bravo, Puig e Jiménez, 2009). En primeiro lugar, faise fincapé na posta en práctica ou aplicación do aprendido a contextos e situacións novas e, en segundo lugar, salientase a importancia da integración dos tres tipos de contidos: conceptuais, actitudinais e procedimentais. Isto ten implicacións educativas, xa que amosa unha intención en superar un dos problemas de aprendizaxe detectados nunha grande proporción do alumnado polo profesorado e a investigación educativa: as dificultades de transferir o aprendido na aula a distintas situacións e contextos (Jiménez Aleixandre, 2010).

As nocións de competencias básicas e competencia científica son centrais na avaliación internacional PISA (OCDE, 2006). Empregamos competencias 'en plural', en relación ás distintas capacidades requiridas para o seu desenvolvemento que como indican Cañas, Martín e Níeda (2007) na súa análise comparativa, son as mesmas tanto en PISA como nos currículos do MEC, e do

mesmo xeito que estas autoras, elegimos este termo en lugar de empregar o de 'subcompetencias'. No currículo de España e de Galicia a competencia científica aparece definida deste xeito:

“Esta competencia fai posible identificar preguntas ou problemas e obter conclusións baseadas en probas, coa finalidade de comprender e tomar decisións sobre o mundo físico e sobre os cambios que a actividade humana produce no medio natural, na saúde e na calidade de vida das persoas” (Xunta de Galicia, 2007, p. 13)

Na descrición da materia de ciencias da natureza faise alusión á argumentación, incluíndo esta competencia entre os obxectivos xerais, en particular no terceiro obxectivo: “Comprender e expresar mensaxes con contido científico, (...), así como comunicar a outros argumentacións e explicacións empregando o coñecemento científico (Xunta de Galicia, 2007, p. 21). Segundo PISA e o MEC, as tres competencias científicas son:

- 1) identificación de cuestións científicas (investigables pola ciencia)
- 2) explicación científica de fenómenos
- 3) uso de probas (*evidence*)

Destas tres competencias, neste estudo abórdase fundamentalmente a terceira, o uso de probas. O uso e avaliación de probas constitúe un dos aspectos centrais da argumentación, e o seu desenvolvemento require de ambientes de aprendizaxe axeitados e tarefas específicas (Jiménez Aleixandre, 2008). No contexto da argumentación, as *probas* son entendidas como datos de natureza empírica ou teórica que serven para apoiar unha conclusión. Segundo PISA 2006, usar probas implica interpretar as probas, xerar conclusións e “identificar supostos, probas e os razoamentos que hai tras estas conclusións” (OCDE, 2006, p. 29). Resulta esencial entender cal é o papel das probas e como se xeran e avalían, para poder ter unha comprensión axeitada acerca da natureza das ciencias. Neste traballo de investigación, referirémonos ás probas que apoian ou refutan enunciados de coñecemento.

Esta investigación pretende contribuír ao estudo de uso de probas como unha dimensión da argumentación científica. En particular, á análise do proceso

de articulación de probas na construción de argumentos e na avaliación de enunciados científicos relacionados co modelo de expresión dos xenes.

A argumentación e uso de probas son obxecto de estudo do programa de investigación do departamento desde o ano 1994. A través de distintos proxectos estudáronse aspectos relacionados coa práctica ou desempeño de uso de probas máis que sobre o coñecemento declarativo acerca destas competencias. Esta tese pretende incorporar o coñecemento do alumnado acerca de distintos compoñentes relacionados co uso de probas: natureza das probas, papel das probas, criterios de avaliación.

2.2.3 Antecedentes e futuras direccións na investigación sobre argumentación

No apartado anterior discutiuse a noción de competencia científica e a súa relevancia no currículo. Cómpre sinalar que o estudo desta competencia forma parte dunha liña de investigación en didáctica das ciencias que se centra en estudar as prácticas do alumnado máis que a análise das súas ideas alternativas (Kelly, 2008a; 2011). Esta tendencia supón, como sinala Jiménez (2008) un cambio de enfase no estudo de produtos ao estudo de procesos. Neste sentido, investigar sobre algúns aspectos relacionados co desenvolvemento destas competencias, que pola súa natureza integran saberes conceptuais, destrezas e actitudes, constitúe un estudo das prácticas.

Desde o punto de vista teórico a argumentación pode enmarcarse dentro da noción de prácticas científicas (Jiménez Aleixandre, 2012). É dicir, prácticas propias ou esenciais do traballo científico. Esta tese sitúase na perspectiva que entende que aprender ciencias implica ademais de aprender conceptos e modelos, tomar parte e apropiarse das prácticas científicas (Berland e Reiser, 2009). Estas prácticas non constitúen unha serie de pasos que forman parte do método científico, senón formas de traballar na comunidade científica (Jiménez Aleixandre, 2010). Segundo autores como Kelly (2008b), estas prácticas están relacionadas coas tres prácticas epistémicas de producir, avaliar e construír coñecemento. A continuación preséntase unha revisión dos estudos sobre

argumentación e uso de probas e a súa relevancia para este traballo de investigación.

Os primeiros estudos sobre argumentación na clase de ciencias exploraban a construción do coñecemento xunto con outras dimensións sociais da argumentación (Jiménez Aleixandre, 2007). Nos últimos anos, os estudos sobre a argumentación na clase de ciencias están diversificándose, abórdanse aspectos relacionados co deseño de ambientes para promover a argumentación ou a calidade desta (López Rodríguez e Jiménez Aleixandre, 2007). A análise de calidade da argumentación centrábase no estudo das xustificacións, considerándose de mellor calidade os argumentos xustificados, é dicir, aqueles sustentados por probas, que os que non son xustificados. Como indican López Rodríguez e Jiménez Aleixandre (2007), a avaliación da calidade dos argumentos require de instrumentos axeitados en cada contexto, por exemplo, argumentos escritos e orais.

Zohar e Nemet (2002) avalían a calidade dos argumentos escritos do alumnado en función da súa estrutura e contido adaptando o esquema de argumentos de Toulmin (TAP). Estes autores agregan os tres elementos principais do esquema de Toulmin: datos, xustificacións e coñecemento básico, nunha única categoría. As conclusións que non inclúen xustificacións non as consideran como argumentos. Cómpre sinalar que estas dificultades para diferenciar entre datos e xustificacións xa foron apreciadas por Toulmin e máis tarde polos investigadores en didáctica. Isto podería explicar que estes autores decidiran colapsar estes dous elementos referíndose a eles como '*evidence*'. O estudo de Erduran et al. (2004), no que tamén se agregan estes elementos, utiliza como indicador da calidade dos argumentos a presenza de refutacións e a forma en que dous argumentos se opoñen.

En relación ao deseño de ambientes para promover a argumentación, distintas investigacións abordan o estudo do papel das ferramentas tecnolóxicas como soportes que axudan a construción de argumentos polo alumnado (por exemplo, Bell e Linn, 2000; Clark e Sampson, 2006; Evagorou e Avraamidou, 2008; Sandoval e Reiser, 2004).

Evagorou e Avraamidou agrupan estas ferramentas tecnolóxicas en dúas categorías: (a) *knowledge-representation tools*; (b) *discussion-based tools*. Interésanos as primeiras, deseñadas para axudar aos estudantes a construír argumentos conectando as probas (*evidence*) cos enunciados correspondentes. Como din as autoras, estas ferramentas pretender axudar a superar as dificultades do alumnado para avaliar probas e enunciados, e a que sexan quen de construír argumentos sustentados en probas. O uso destas ferramentas pretende reproducir a natureza do discurso científico xa que se pode visualizar o proceso de construción de argumentos científicos. Segundo Reiser (2004) este tipo de ambientes interactivos axuda a controlar os procesos de aprendizaxe e a organizar o discurso do alumnado estruturando as súas intervencións.

Nesta mesma liña de ambientes de aprendizaxe que promoven a argumentación, Jiménez Aleixandre (2008) propón seis principios de deseño relacionados coa avaliación do coñecemento: o papel dos estudantes, o papel do docente, o curriculum, a avaliación, o metacoñecemento e o enfoque comunicativo (*communicative approach*).

Unha liña diferenciada dentro dos estudos de argumentación é a que examina o uso e avaliación de probas. Usar probas científicas require identificar a información relevante, seleccionala e chegar a conclusións baseadas en probas, é dicir, argumentar (Kuhn, 1992; Osborne et al., 2001). Un dos traballos pioneiros sobre o uso de probas é o de Gott e Duggan (1996), no que propoñen a taxonomía de 'Conceptos de Prueba' (*Concepts of Evidence*, CoE) como instrumento de avaliación da aprendizaxe procedimental nos traballos prácticos. Os autores sinalan que os CoE, mais que destrezas procedimentais, fan referencia ás decisións que hai que tomar sobre que datos seleccionar, como seleccionalos e cando. Esta ferramenta resulta útil para levar a cabo investigacións, así como para avaliar afirmacións de coñecemento. Aínda que este artigo de Gott e Dugan céntrase nos traballos prácticos e ás veces unicamente fai alusión ás probas empíricas, dentro da actual liña de investigación sobre argumentación, préstase unha maior atención ao uso de probas (tamén de carácter teórico) na análise da información científica ou na avaliación de enunciados.

Existen distintos estudos de argumentación que analizan o uso e avaliación de probas polo alumnado, por exemplo: que conta como proba (Hogan e Maglienti, 2001), en que niveis epistémicos de maior a menor abstracción se sitúan as probas (Kelly e Takao, 2002), en que medida as probas achegadas son axeitadas para xustificar enunciados, e que diferenzas hai entre as probas usadas e que se entende por proba (Sandoval e Millwood, 2005; 2008). Sandoval e Millwood observaron que cando se lle preguntaba ao alumnado polo mellor xeito de convencer a alguén sobre unha cuestión de ciencias, a maioría dos estudantes citaban algún tipo de probas empíricas e só unha pequena proporción facían alusión a algún tipo de explicación teórica.

A avaliación de probas está influenciada por unha serie de factores, algúns deles relacionados co contido científico da tarefa, como por exemplo o seu grao de dificultade, e outros non (Jiménez Aleixandre e Puig, 2010). A dinámica de grupo é un factor que pode influír de forma decisiva na elección entre distintas probas (Eichinger, Anderson, Palincsar e David, 1991). Un exemplo disto refíctese no traballo de Maloney (2007) sobre o papel do alumnado e o uso de probas na toma de decisións. Nel móstrase que os grupos que discuten un maior número de probas son aqueles nos que un dos seus membros adopta o rol de xestor da información resumíndolle as probas ao resto do grupo.

Unha diferenza entre a avaliación de probas en contextos científicos e socio-científicos é que mentres no primeiro caso a avaliación de probas e xustificacións pode ser suficiente, nos contextos socio-científicos hai que valorar tamén outros problemas ou dimensións. Por exemplo, na toma de decisións sobre cuestións medioambientais como a elección dun sistema de calefacción que cause o menor impacto medioambiental posible (Eirexas e Jiménez, 2007), hai que ter en conta factores como os custes económicos, cuestións técnicas e os impactos medioambientais.

A argumentación sobre enxeñería xenética require valorar tanto os beneficios potenciais desta, como os riscos para os ecosistemas e a saúde e as implicacións sociais e os problemas éticos relacionados coa biopiratería e as patentes de xenes. Sadler, Zeidler e outros investigadores examinan o uso de

probas e os valores éticos nun programa de investigación. Zeidler e Sadler (2008) suxiren incluír os valores éticos (ou morais, como eles os denominan) na argumentación. Propoñen ao profesorado salientar a conexión entre ciencia e ética desde unha perspectiva de educación para a cidadanía. Sadler e Zeidler (2005) ao examinar a argumentación do alumnado acerca da enxeñería xenética, sinalan que hai tres pautas de razoamento: racional, baseado na razón e na lóxica; emocional, movido polas emocións; e intuitivo, que responde a sentimentos e reaccións inmediatas. Os autores fan fincapé no carácter descritivo e non avaliativo do seu marco teórico, e rexeitan o alto nivel acordado para as probas científicas na maioría dos marcos sobre argumentación.

Este traballo coincide con Zeidler e Sadler na necesidade de incluír consideracións éticas na argumentación sobre cuestións socio-científicas, e na utilización de marcos teóricos descritivos para valorar o razoamento do alumnado. No entanto, entedemos que hai pautas de razoamento máis relevantes que outras, e que o profesorado debe axudar a desenvolver pautas racionais de razoamento.

Aínda que consideramos positivo o feito de incluír a empatía e o afecto no razoamento do alumnado, non só hai que atender ao razoamento emocional. Un exemplo dos problemas no que as emocións inflúen nos procesos de razoamento é o estudo de Stanisstreet, Spofforth e Williams (1993) sobre as actitudes do alumnado en relación aos usos animais. Un 75% dos adolescentes están en contra de criar animais para alimentación e roupa mentres que menos dun 50% opina que todas as especies animais deberían preservarse.

Outro exemplo é o estudo de argumentación sobre a xestión de solos de Sónora, García-Rodeja e Brañas (2001). Nel a propiedade familiar constitúe un elemento emocional que interfere na argumentación do alumnado: os estudantes a favor da construción de segundas residencias en terreos cultivables argumentan que a xente debería poder facer o que queira en terreos que pertenceron as súas familias durante xeracións. O traballo de Kolstø e Ratcliffe (2008) de argumentación do alumnado sobre a elección de materiais para fiestras, mostra valores egocéntricos similares que non valoran as consecuencias no medio ambiente.

Resumindo, as emocións e intuicións poden supoñer dimensións positivas ou negativas na argumentación, xa que ademais do afecto ás persoas, poden incluír valores egocéntricos ou chauvinistas como os anteriores. O estudo sobre clonación humana de Jiménez Aleixandre e Federico Agraso (2009), no que o alumnado ten que dar dúas ou máis razóns a favor ou en contra desta, mostra as dificultades do alumnado para superar estes valores egocéntricos. O 22% dos estudantes con formación en bioloxía non dan ningunha razón en contra, algúns deles afirmando de xeito explícito que non son capaces de pensar nunha razón en contra. Porén, todos os estudantes sen formación en bioloxía, achegan alomenos unha razón. As autoras interpretan isto como resultado da influencia das identidades profesionais no alumnado de Bioloxía (a investigación en clonación pode ser unha oportunidade profesional potencial que o alumnado de bioloxía non está disposto a perder).

A avaliación de probas pode estar influenciada tamén polas representacións sociais de nocións socialmente construídas no sentido de Moscovici (1961-1971). Un exemplo disto é o traballo de argumentación sobre a reintrodución de osos e lobos en Francia (Simonneaux e Simonneaux, 2009). Sobre este estudo López Facal e Jiménez Aleixandre (2009) sinalan que os estudantes ignoran algunhas probas dispoñibles, por exemplo que os osos de Eslovenia e dos Pirineos son da mesma especie, que non existen fontes fiables que sinalen diferenzas notables no seu comportamento; e que a dieta dos osos é predominantemente herbívora e non carnívora. Os autores interpretan que a avaliación de probas podería estar bloqueada, por unha banda pola proxección de 'identidades nacionais' nos osos, por outra, pola identificación do alumnado cos pastores, supoñendo unha identidade social e profesional compartida como agricultores. Como consecuencia, os estudantes consideran aos osos de Eslovenia e dos Pirineos como especies distintas, unha 'estranxeira' e unha 'francesa'. Como indican Simonneaux e Simonneaux, os sistemas de valores tenden a reproducir a ideoloxía dominante expresada no discurso dos individuos.

2.3 O pensamento crítico

Nos últimos 15 anos aumentou o interese no estudo da argumentación en didáctica das ciencias (Duschl e Grandy, 2008; Erduran e Jiménez-Aleixandre, 2008, entre outros). Isto pode relacionarse co papel da argumentación na apropiación das prácticas científicas, na construción de modelos e no desenvolvemento da capacidade de razoamento. Unha das contribucións da argumentación aos obxectivos da ensinanza das ciencias propostos por Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) é o desenvolvemento do pensamento crítico.

O pensamento crítico emprégase con distintos significados na literatura. Algunhas visións o definen principalmente como un compromiso coas probas. A que propoñemos nós (Jiménez Aleixandre e Puig, 2012) inclúe ademais da avaliación de probas, o cuestionamento dos argumentos de autoridade ou a capacidade para criticar os discursos que contribúen a reprodución das relacións asimétricas de poder.

Neste apartado preséntase en primeiro lugar unha revisión dos distintos significados de pensamento crítico na filosofía, psicoloxía e en didáctica das ciencias; en segundo a nosa proposta de caracterización de pensamento crítico, na cal a avaliación de probas constitúe un compoñente fundamental, mais existen outros compoñentes relacionados coa emancipación social; e en terceiro preséntanse algunhas das contribucións da argumentación ao desenvolvemento do pensamento crítico en didáctica das ciencias.

Este apartado correspóndese en grande medida co publicado en Jiménez-Aleixandre e Puig (2012): *Argumentation, Evidence Evaluation and Critical Thinking*, en Fraser, Tobin e Campbell (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*, Volumen 2 (p.1001-1017).

2.3.1 *Significados de pensamento crítico*

Existen distintas caracterizacións do pensamento crítico nos distintos campos de coñecemento. Neste apartado revisamos algunhas concepcións na filosofía, psicoloxía e didáctica.

Malia o consenso na filosofía sobre algunhas características do pensamento crítico, como a reflexión e o uso de criterios na elaboración de xuízos, existen algunhas discrepancias sobre os compoñentes do pensamento crítico. Por exemplo, a disposición e a posibilidade de probar esta noción mediante a investigación empírica. Robert Ennis (1987, p.10) define o pensamento crítico como un “pensamento reflexivo razoado que se centra en decidir que crer e facer”. Esta é unha definición ampla que segundo Ennis (1992), trata de reflectir a tendencia principal no uso deste termo. O autor considera que o pensamento crítico inclúe por unha banda un repertorio de *disposicións*, e por outra un repertorio de *capacidades*. Estes repertorios constitúen unha taxonomía utilizada con frecuencia na literatura, e poden considerarse como guías ou obxectivos para a planificación do currículo; é dicir, como 'condicións necesarias' para o desempeño do pensamento crítico.

Segundo Ennis, as 'disposicións' son a tendencia a comportarse dun determinado xeito baixo determinadas condicións. Inclúen por exemplo, a procura de razóns, ter unha mente aberta ou tomar unha posición cando as probas son suficientes. As 'capacidades', que se agrupan en cinco áreas básicas, inclúen analizar argumentos, xulgar a credibilidade dunha fonte ou tomar decisións sobre unha acción a realizar. Como indican Zohar, Weinberger e Tamir (1994) estas capacidades solápanse de maneira parcial coas relacionadas coa indagación científica, como contrastar hipóteses, deseñar experimentos e chegar a conclusións. A táboa 2.1 presenta esta taxonomía de disposicións e capacidades do pensamento crítico. Como mostra a táboa 2.1, as capacidades do pensamento crítico inclúen catro áreas centrais: “aclaración”, “apoio básico”, “inferencia” e “interacción”.

Sobre os compoñentes do pensamento crítico, Harvey Siegel (1988) e Ennis coinciden na importancia das 'disposicións', argumentando que as 'capacidades' non son suficientes se non existe vontade, desexo ou unha boa disposición para fundamentar en razóns as accións e crenzas dun mesmo.

Christine McCarthy (1992) toma unha postura distinta, sinalando que as 'disposicións' que Siegel e outros teóricos relacionan co pensamento crítico son

características da persoa, do pensador, e non do propio pensamento. A autora afirma que o pensamento crítico debe especificar as características do propio pensamento en si, e considera que aínda que sexa preciso ter certa disposición para chegar a ser un pensador crítico, isto non resulta unha condición necesaria do pensamento crítico per se.

Disposicións		Capacidades
1. Ser claro en canto ao que se di, escribe ou o que se pretende comunicar	Aclaración	1. Centrarse na cuestión
2. Buscar e ofrecer razóns		2. Analizar argumentos
3. Tratar de estar ben informado		3. Preguntar e responder preguntas de aclaración e/ ou de desafío
4. Usar e mencionar fontes cribles	Apoio básico	4. Xulgar a credibilidade da
5. Ter en conta a situación global		5. Observar e xulgar informes; criterios
6. Tratar de manter a relevancia da idea principal		6. Deducir e xulgar deducións
7. Ter presente a preocupación orixinal e/ou básica	Inferencia	7. Inducir e xulgar inducións
8. Buscar alternativas		8. Facer xuízos de valor
9. Ter a mente aberta		9. Definir termos, e xulgar definicións en tres dimensións
10. Tomar partido (e cambiar de postura) cando as probas e razóns son suficientes para facelo	Interacción	10. Identificar supostos
11. Buscar a maior precisión segundo o requira a situación		11. Decidir sobre a acción
12. Tratar de xeito ordenado coas partes que conforman un todo		12. Interaccionar cos demais
13. Usar as propias capacidades de pensamento crítico		
14. Ter en conta os sentimentos, coñecemento e os pensamentos dos demais		

Táboa 4.1. Taxonomía das 'disposicións' e 'capacidades' do pensamento crítico (adaptado de Ennis, 1986).

Para Stephen Norris (1992) a existencia de distintas definicións do pensador crítico ten unha serie de consecuencias na práctica educativa, xa que un dos

obxectivos da teoría do pensamento crítico é formar estudantes con capacidade crítica. Algunhas teorías do pensamento crítico consideran fundamental a “disposición para pensar”, polo que o autor sinala que sería relevante investigar se esta disposición existe ou non. Norris propón levar a cabo investigacións empíricas para poder comprobar esta cuestión. Por exemplo, cómpre ter unha idea clara das probas que poden indicar se existe ou non unha determinada disposición. Norris conclúe que para poder acadar un dos obxectivos educativos, promover o desenvolvemento do pensamento crítico, é preciso que os teóricos (filósofos) se impliquen máis na investigación empírica.

Ennis discute unha serie de disposicións e capacidades, e Harvey Siegel (1988; 1989) fai fincapé na disposición dos pensadores para buscar probas que apoien as súas crenzas. Siegel ten unha visión sobre os pensadores críticos como persoas movidas por razóns, cunha disposición para crer e actuar de acordo a estas razóns, e avaliar de forma axeitada a importancia destas. Considera que o pensador crítico compórtase de modo que as súas crenzas, actitudes e accións fundaméntanse en razóns; tendo paixóns e intereses, así como destrezas suficientes para avaliar o coñecemento. Na visión de Siegel a cognición e o afecto están interconectados.

Ennis considera o pensamento crítico como un ideal educativo que require o dominio de criterios epistémicos para xustificar os enunciados, e unha actitude para valorar e buscar un bo razoamento. Para Siegel, a racionalidade da ciencia está conectada co método científico, que se caracteriza polo seu compromiso coas probas (*commitment to evidence*). Para unha educación crítica en ciencias, Siegel (1989) propón centrarse no estudo dos razoamentos e probas en ciencias.

Desde a perspectiva da psicoloxía do desenvolvemento, o traballo de Deanna Kuhn ofrece unha noción de pensamento crítico acorde ás visións filosóficas resumidas máis arriba. A autora reconece a necesidade dos dous compoñentes do pensamento crítico, as capacidades e as disposicións, aínda que critica algunhas das súas características. Kuhn (2005) concorda coa proposta de Norris, facendo fincapé na importancia das probas empíricas. Critica a taxonomía

de Ennis por dar unha idea xeral sobre que é o pensamento crítico, e deixar sen responder preguntas fundamentais como “a relación entre varios atributos que caracterizan ao pensamento crítico” (Kuhn, 1991, p. 281). Kuhn afirma que estes modelos non proporcionan unha caracterización dos procesos de pensamento. A autora define o pensamento crítico como un argumento razoado. A súa investigación céntrase en identificar formas de razoamento específicas que son fundamentais no pensamento crítico e en mostrar como están relacionadas.

En resumo, sobre as contribucións que fai Kuhn, hai que mencionar en primeiro lugar a importancia que lle da ao obxectivo de formar estudantes preparados para a vida mais aló do ámbito da aula. E en segundo lugar, conceptualiza as capacidades de pensamento (*thinking skills*) como unha actividade social ou “algo que a xente fai, habitualmente de xeito cooperativo” (Kuhn, 2005, p.13), que forma parte do discurso no que as persoas presentan os seus obxectivos.

Das distintas capacidades de pensamento, Kuhn pon o énfase en dúas: indagar e argumentar. Ambas requiren o desenvolvemento dunha comprensión epistemolóxica que Kuhn entende como unha progresión ao longo de catro niveis: realista, absolutista, multiplista (ou relativista) e avaliador. No nivel de avaliador, o coñecemento consiste en facer xuízos sobre que opinións e afirmacións están mellor ou peor sustentadas en probas e argumentos. Este último nivel é relevante para o pensamento crítico, sendo o único no que este se valora como un vehículo que promove afirmacións fundamentadas (Kuhn, 2005, p. 31). Os niveis de Kuhn pódense relacionar con esquemas previos como o de William Perry (1981), quen afirma que o pensamento crítico é unha cuestión de estándares epistemolóxicos distribuídos ao longo de nove estadios ou fases (tamén baseados en estudos empíricos), desde a aceptación da autoridade a ter unha opinión independente. Como nos estadios de desenvolvemento de Piaget, Perry observa que algúns estudantes móvense máis rapidamente que outros ao longo dos nove niveis, é dicir, algúns permanecen máis tempo nuns niveis que noutros.

Kuhn (1991) distingue distintas capacidades ou destrezas no pensamento crítico, que de menor a maior complexidade son: diferenciar opinións de

afirmacións sustentadas en probas; apoiar enunciados con probas; xerar opinións ou teorías alternativas distintas ás propias e contra-argumentos apoiados en probas; e xerar refutacións ás teorías alternativas achegando probas en contra.

Resumindo, destas dúas correntes, a filosofía e a psicoloxía, podemos dicir que existe coincidencia sobre a noción de pensamento crítico, entendido como argumento razoado e sustentado no estudo e avaliación das probas. O pensamento crítico emprégase con este mesmo significado noutros traballos do ámbito da psicoloxía, por exemplo nos estudos de Anderson, Howe, Soden, Halliday e Low (2001) sobre a aprendizaxe das capacidades do pensamento crítico.

Esta noción prevalece na maioría da literatura en didáctica das ciencias na que se aborda o pensamento crítico. Por exemplo, Zohar et al. (1994) no proxecto *Biology Critical Thinking* empregan a definición de Ennis, utilizando de maneira indistinta os termos 'capacidade de razoamento' e 'pensamento crítico'. As sete capacidades seleccionadas no estudo destes autores equivalen ás competencias de razoamento e indagación: recoñecer falacias, diferenciar entre os resultados e as conclusións, identificar supostos, rexeitar tautoloxías, illar variables, contrastar hipóteses e identificar a información relevante para responder a unha cuestión.

2.3.2 *Unha proposta de caracterización de pensamento crítico*

A noción de pensamento crítico discutida no apartado anterior ten en conta un só compoñente ou un tipo de compoñentes. Un segundo tipo de compoñentes do pensamento crítico está relacionado coa emancipación, ou a capacidade para criticar discursos que contribúen á reprodución de relacións asimétricas de poder (Fairclough, 1995). Este segundo compoñente procede da perspectiva dos teóricos do pensamento crítico e dos educadores críticos como por exemplo a de Cooper e White (2007). A teoría do pensamento crítico fundaméntase no traballo de Adorno e outros pensadores da escola de Frankfurt, e podése describir como unha reflexión das relacións entre os obxectivos sociais, os significados e os valores.

Segundo a teoría do pensamento crítico o progreso técnico non pode situarse por encima da democracia, e a educación ten un papel central no proceso de transformación social. Jürgen Habermas (1981) entende a teoría crítica como

unha forma de coñecemento auto-reflexivo que supera os límites da autonomía, diminuindo a dominación. A teoría da acción comunicativa de Habermas outorga aos individuos preeminencia sobre as estruturas de poder, asignándolles a capacidade para desenvolver accións encamiñadas ao cambio social. Habermas diferencia entre os intereses a) técnicos, b) comunicativos e c) críticos ou emancipadores, os cales teñen como finalidade a transformación das relacións de poder. A nosa proposta é que o pensamento crítico debe combinar ambos significados, este segundo significado de emancipación e xustiza social e o de compromiso coas probas.

Unha noción de gran relevancia para a teoría crítica en educación é o capital cultural, tomada do traballo dos sociólogos franceses Pierre Bourdieu e Jean-Claude Passeron (1970). A través de estudos empíricos, estes sociólogos mostran como as desigualdades sociais aparecen reproducidas en diferenzas de capital social e simbólico: diferenzas de acceso ao que se considera como ferramentas culturais entre rapaces que tiveron unha formación privilexiada ou non privilexiada, influíndo isto nas súas oportunidades académicas e de éxito.

Por outra banda, a educación crítica preocúpase máis na transformación do traballo diario, tanto nas escolas como na educación de adultos. A educación crítica provén da tradición dos movementos innovadores nados nos períodos entre guerras mundiais. Un exemplo destes movementos innovadores é a creación da 'Escola para o pobo' de Célestin Freinet (1969). Este innovador da educación escribiu os seus primeiros libros estando arrestado por comunista nun dos campos de concentración do goberno de Vichy en 1940. Unha das innovacións de Freinet levadas a cabo na súa aula de primaria foi a produción escrita por parte dos alumnos dun xornal semanal con tres columnas: criticar, eloxiar e demandar. Freinet sitúa no centro da súa proposta pedagóxica a escritura e o debuxo do alumnado.

Unha corrente similar é a do educador brasileiro Paulo Freire (1970), quen traballou con pobres e adultos analfabetos co fin non só de ensinalles a ler e escribir, senón tamén de entender a sociedade que lles rodea e a súa capacidade para transformala. Freire propón unha educación problematizadora, utilizando

recursos como analizar de que maneira distintos xornais informan sobre un mesmo suceso. Esta mesma estratexia foi empregada por exemplo por estudantes de Galicia para analizar distintas noticias sobre a marea negra do Prestige (Jiménez-Aleixandre, Agraso e Eirexas, 2004).

Propoñemos unha caracterización de pensamento crítico máis holística que combina dous compoñentes, a avaliación de probas e a emancipación social. Entendemos que o pensamento crítico é a capacidade de desenvolver unha opinión independente e de reflexionar sobre o mundo que nos rodea, sendo quen de participar nel. A figura 2.1 reflicte esta caracterización incluíndo os seus compoñentes ou dimensións.

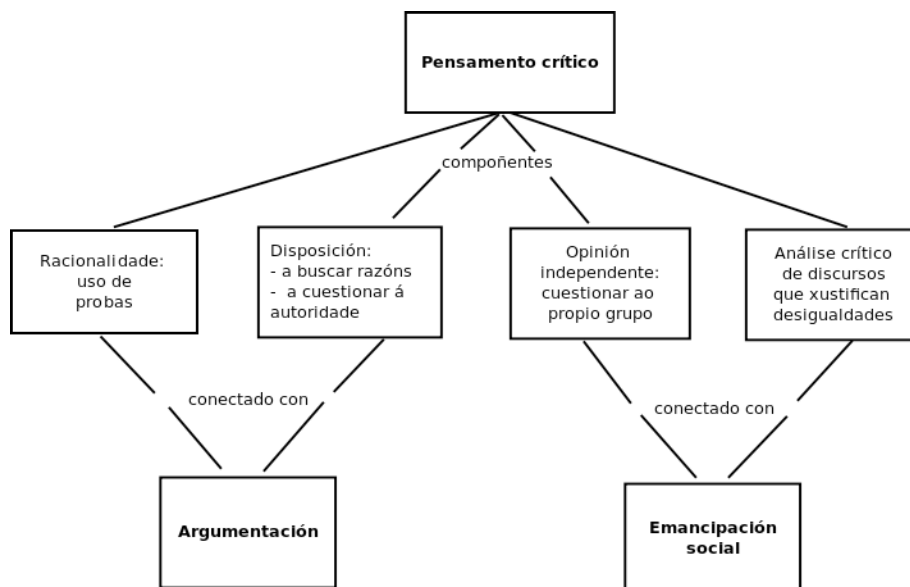


Figura 2.1. Proposta de caracterización de pensamento crítico (Jiménez-Aleixandre e Puig, 2012).

O primeiro compoñente desta noción de pensamento crítico é ser quen de avaliar o coñecemento en base ás probas dispoñibles, o que implica o uso (e incluso o desenvolvemento) de criterios epistémicos na avaliación de enunciados de coñecemento. O segundo compoñente está relacionado coas disposicións, por exemplo para buscar razóns ás afirmacións propias ou doutros, para cuestionar á

autoridade como único apoio nunha conclusión, en contra da aceptación da autoridade, como os expertos ou os libros. Mentres o primeiro compoñente está relacionado coa avaliación de enunciados, o segundo relaciónase coa análise da fiabilidade dos científicos ou *expertos* que enuncian ditas afirmacións. Norris (1995) propón que é necesario ensinar este escepticismo crítico ao alumnado. Como sinalan Kolstø e Ratcliffe (2005), os científicos fan xuízos en contextos sociais e están influenciados pola procedencia dos supostos, que non sempre constitúen probas. Entendemos que estes dous compoñentes do pensamento crítico forman parte da argumentación.

Un terceiro compoñente é a capacidade dunha persoa para desenvolver unha opinión independente, noutras palabras, ser quen de elaborar ideas propias, e de non confiar acriticamente nas visións doutros (por exemplo, a familia, os compañeiros, os profesores, os medios). Isto non significa deixar de atender aos distintos puntos de vista, senón facer unha análise coidadosa da información proporcionada por distintas fontes, dos supostos que hai tras elas, e en que medida están apoiadas en probas. Entendemos que unha disposición crucial neste terceiro compoñente é estar preparado para facer fronte ás ideas maioritarias do grupo ou comunidade de cada quen, noutras palabras, para ir a contracorrente. Por exemplo, entendemos que denota un maior nivel de pensamento independente estar en contra da pena de morte – unha cuestión que se analiza nos estudos de argumentación de Kuhn (2005) – nalgúns contextos e países onde é legal que en países onde foi abolida hai anos. As dificultades que experimentan os adolescentes para opoñerse ás opinións do grupo e as dos compañeiros son ben coñecidas. A relevancia das interaccións sociais e do liderado na argumentación en pequeno grupo son cuestións que forman parte dalgúns estudos (Jiménez Aleixandre et al., 2000).

Respecto ás explicacións científicas, un exemplo deste tipo de pensamento independente e das dificultades psicolóxicas e sociais para cuestionar as visións da comunidade é a proposta por Copérnico e Giordano Bruno dos modelos heliocéntricos no século XVI en contra da visión xeocéntrica extendida; por este motivo Bruno foi queimado na fogueira en 1600. A resistencia de Charles Darwin

para facer públicas as súas ideas acerca da orixe das especies, e en particular, sobre a orixe do home, e o seu medo a se confrontar co creacionismo dominante na sociedade e coas crenzas relixiosas da súa muller, están ben documentadas nos seus xornais e libretas (Desmond e Moore, 1992) e foron unha das razóns para retrasar uns 20 anos as súas publicacións. Cen anos antes, Buffon foi forzado a escribir que rexeitaba as súas ideas sobre a idade da terra.

O cuarto compoñente do pensamento crítico é a capacidade para analizar e criticar os discursos que xustifican as desigualdades e as relacións asimétricas de poder. Isto estaría conectado coa visión de Habermas discutida ao principio deste apartado.

Estes dous últimos compoñentes, o terceiro e o cuarto, como mostra a figura 2.1, teñen relación coa emancipación social e a formación cidadá.

Malia que os catro compoñentes do pensamento crítico se discutiron por separado, están conectados entre si, e ás veces incluso se agregan. Todos eles están relacionados coa avaliación crítica en base ás probas dispoñibles, e o pensamento independente require da disposición para cuestionar a autoridade en certos casos.

A continuación, preséntase unha breve revisión dos estudos de argumentación e as súas contribucións ao pensamento crítico.

2.3.3 Contribucións da argumentación sobre cuestións científicas e socio-científicas ao pensamento crítico

Ser un pensador ou pensadora crítico é ser quen de desenvolver opinións independentes, o que é necesario para chegar a ser un cidadán ou cidadá activo nunha sociedade democrática. Propoñemos que unha das contribucións da argumentación aos obxectivos educativos é favorecer o desenvolvemento do pensamento crítico. Neste apartado preséntanse as contribucións da argumentación aos catro compoñentes do pensamento crítico representados na figura 2.1 en dous tipos de contextos: a argumentación sobre cuestións científicas e a argumentación na toma de decisións sobre cuestións socio-científicas.

As contribucións da argumentación ao pensamento crítico poden variar en

función da natureza do contexto da tarefa e das cuestións a debater. Máis que facer unha distinción entre argumentos puramente científicos e argumentos socio-científicos, entedemos que estes se sitúan ao longo dun *continuum* (Jiménez Aleixandre e Puig, 2012). A argumentación científica sitúase nun extremo do *continuum* e no extremo oposto a argumentación sobre cuestións socio-científicas, como se mostra na figura 2.2.

Este *continuum* fai unha distinción das cuestións científicas de acordo ao seu grao de “carga ética” (Aikenhead, 1985), sendo as cuestións ou tarefas de maior carga ética as que se sitúan en contextos onde os valores sociais, éticos, ideolóxicos e culturais son relevantes. Como sinalan Kolstø e Ratcliffe (2008), nas cuestións socio-científicas, a ciencia é obxecto dun debate social, normalmente relacionado coa toma de decisións persoais ou políticas sobre cuestións controvertidas relacionadas coa saúde e o medio ambiente.

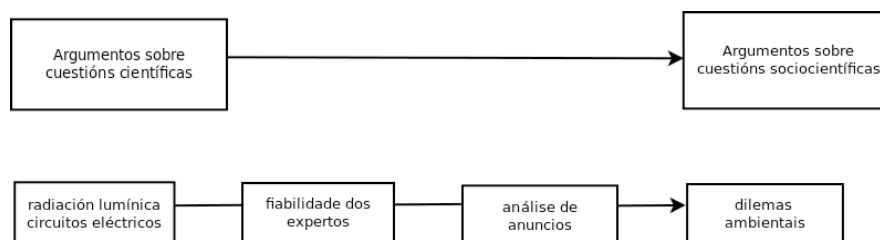


Figura 2.2 Continuum argumentación sobre cuestións científicas e socio-científicas.

Algúns exemplos de argumentos sobre cuestións máis estritamente científicas situados nun extremo do *continuum* son: os debates sobre que boneco de neve derreteríase antes, o que ten roupa ou que non ten roupa, (Keogh e Naylor, 1999); probas que apoian se a radiación lumínica se orixina nun obxecto iluminado ou nos ollos (Osborne, Erduran e Simon, 2004); as predicións sobre os circuitos eléctricos dentro dunha caixa negra (Kelly, Druker e Chen, 1998); ou os argumentos sobre as causas da cor amarela dos polos dunha granxa (Jiménez-Aleixandre et al., 2000).

Un exemplo de argumentos situados no medio deste *continuum* podería ser a

análise crítica da fiabilidade de afirmacións científicas en artigos (Kolstø et al., 2006). Neste estudo o alumnado ademais de atender ao contido científico dos artigos, deben prestar atención a aspectos sociais como os intereses das institucións e a competencia científica dos expertos. Cerca do extremo no que se sitúan as cuestións socio-científicas estaría a análise crítica das probas científicas que apoian ou non enunciados en anuncios sobre a redución da celulite (Márquez, Prats e Marbá, 2007). Neste estudo, ademais do coñecemento sobre os distintos conceptos científicos e de como recoller e analizar as probas científicas, están presentes valores culturais relacionados cos estereotipos sociais sobre a beleza. Outro exemplo é o estudo de Kolstø e Ratcliffe (2008) sobre a elección do material para os marcos das fiestras, no cal as xustificacións combinan as propiedades físicas, o impacto medioambiental e valores egocéntricos sobre o custo do material e o seu mantemento.

Finalmente, no extremo do *continuum* sobre cuestións socio-científicas situaríanse os argumentos sobre dilemas relacionados coa enxeñería xenética (Sadler e Zeidler, 2005), a análise da credibilidade sobre as predicións da marea negra (Jiménez-Aleixandre et al., 2004), a reintrodución de especies en perigo (Simonneaux e Simonneaux, 2009) ou o enunciado de Watson sobre as diferenzas xenéticas de intelixencia entre negros e brancos que se aborda nesta tese.

As contribucións da argumentación ao primeiro compoñente do pensamento crítico, o uso de probas e criterios na avaliación do coñecemento, son claras, xa que se trata dun compoñente central das competencias de argumentación. Unha das características principais da argumentación é o desenvolvemento de criterios epistémicos para a avaliación do coñecemento, o cal constitúe unha capacidade necesaria para chegar a ser un pensador ou pensadora crítico. O alumnado ten que ser quen de usar criterios para seleccionar entre distintas visións conflitivas (Norris e Korpan, 2000), e desenvolver capacidades no tratamento da información para diferenciar opinións e interpretacións de feitos (Tytler, Duggan e Gott, 2000). Para estes propósitos, pensamos que non existen diferenzas sustanciais entres as contribucións dos distintos tipos de contextos de argumentación presentados na figura 2.2.

Sobre o segundo compoñente do pensamento crítico, as disposicións, podemos distinguir por unha banda entre disposicións nun sentido máis xeral (a busca de razóns, ter a mente aberta, e outras propostas por Ennis), e por outra banda, a disposición para cuestionar á autoridade. O primeiro tipo é relevante tanto na argumentación como no pensamento crítico. A práctica da argumentación debería contribuír ao desenvolvemento destas disposicións. A análise crítica da credibilidade da autoridade ou dos expertos, é indispensable tanto nos argumentos científicos como socio-científicos, malia que esta segunda disposición está máis relacionada con contextos socialmente relevantes. Este é o caso do estudo de Jiménez-Aleixandre et al. (2004) sobre os argumentos de alumnado de secundaria sobre a marea negra do Prestige, nos que os estudantes cuestionan os enunciados de expertos, apelando ás probas empíricas ou á afiliación dalgún dos expertos ás compañías petroleiras. Tamén no estudo de Kolstø et al. (2006) sobre a credibilidade de enunciados científicos, os estudantes universitarios recurren aos intereses implícitos ou a postura crítica das fontes.

Respecto ás contribucións da argumentación ao terceiro compoñente, o desenvolvemento de opinións independentes, pensamos que tamén pode variar en contextos situados en distintas posicións no continuum, malia que en todos os casos existan dificultades para cuestionar as ideas dominantes da propia comunidade. Nas cuestións científicas, o alumnado debe coñecer a posible existencia dunha opción mellor sustentada en probas; mentres que as cuestións socio-científicas poden contemplar varias opcións que inclúen aspectos positivos e negativos de todas elas. Un exemplo é a elección dun sistema de calefacción (Eirexas e Jiménez-Aleixandre, 2007), onde non é posible elixir a opción 'boa'. Unha consecuencia podería ser que nos contextos socio-científicos o alumnado se sinta máis libre á hora de elixir unha opción, a cal non vai a ser avaliada en contraste coa opción 'correcta', o que pode favorecer o desenvolvemento de opinións independentes.

Entendemos que a capacidade para criticar os discursos que xustifican as desigualdades, é unha contribución específica da argumentación en contextos socio-científicos no caso do cuarto compoñente. Cuestións como os intereses

económicos ou os problemas medioambientais nalgúns rexións do planeta como consecuencia das actividades levadas a cabo noutras rexións, forman parte das razóns a ter en conta á hora de avaliar distintas alternativas.

En resumo, sobre as contribucións da argumentación aos catro compoñentes do pensamento crítico, poderíamos dicir que o desenvolvemento dos dous primeiros compoñentes non ten por que presentar grandes diferenzas entre os contextos científicos e socio-científicos; mentres que no terceiro e cuarto compoñente, existe unha maior contribución da argumentación en contextos socio-científicos. No entanto, isto non quere dicir que haxa que deseñar todas ou a maioría das actividades de argumentación sobre cuestións socio-científicas. O énfase nun ou noutro dos extremos deste continuum, dependerá dos obxectivos particulares de aprendizaxe de cada aula en concreto, combinando a aprendizaxe das ciencias coa educación para a cidadanía.

2.4 O modelo de expresión dos xenes e as posicións deterministas

2.4.1 O modelo de expresión dos xenes

O modelo de expresión dos xenes explica a manifestación de determinados caracteres fenotípicos (cor de ollos, estatura, entre outros) como resultado dunha interacción entre os xenes e o ambiente. Esta investigación pretende analizar o uso de probas polo alumnado en distintos contextos argumentativos sobre o modelo de expresión dos xenes, e as posicións destes respecto ás interaccións xenes – ambiente.

Entender o modelo de expresión dos xenes e saber aplicalo require comprender as nocións de xenotipo, fenotipo e a influencia do ambiente na expresión dos xenes. O xenotipo pode definirse como a dotación xenética dun organismo ou toda a información xenética contida nos seus cromosomas. O fenotipo, fai referencia á expresión do xenotipo en interacción co ambiente. Malia que a distinción entre estes conceptos, fenotipo e xenotipo, semella ser sinxela, pode ter algúns problemas. Un deles é pensar que existe unha correlación directa

entre o xenotipo e o fenotipo, é dicir, crer que o fenotipo é resultado exclusivamente da expresión dos xenes, o que se coñece como determinismo biolóxico. Unha proba en contra disto é que non todos os organismos co mesmo xenotipo presentan o mesmo fenotipo (por exemplo, xemelgos univitelinos que se desenvolven en distintos ambientes). Como indica Soutullo (2005, p. 37), "a controversia non radica en se os xenes están involucrados ou non na expresión dos caracteres, senón máis ben en se estas diferenzas entre os individuos son debidas a diferenzas xenéticas entre eles, e se a expresión pode ser modificada polos efectos do ambiente e en que medida". A interacción entre os xenes e o ambiente é innegable.

Entendemos que a comprensión do modelo de expresión dos xenes é importante por dúas razóns:

1) Para entender as relacións entre o fenotipo e o xenotipo, en diversas características como a estatura, o desempeño en atletismo ou a intelixencia. Sen entender estas relacións, o alumnado non é quen de razoar acerca da influencia do ambiente sobre determinadas características fenotípicas, e non pode explicar fenómenos como o por que hoxe en día a xente é máis alta que hai unhas xeracións. Cómpre salientar que o fenotipo non se pode definir exclusivamente como a manifestación 'visible' dos xenes, xa que nalgúns casos como os grupos sanguíneos ou a presenza de determinadas enzimas, estes caracteres máis que visibles son detectables.

2) Para poder facer unha avaliación crítica das posicións deterministas e evitar que a xenética sexa malinterpretada como estar 'predestinado'. O feito de que estas ideas continúen circulando na sociedade fai que os alumnos poidan ter problemas para entender que é o fenotipo e que factores inflúen nel. Consideramos que entender o modelo de expresión dos xenes é unha condición necesaria, aínda que non é suficiente na avaliación de enunciados deterministas. O alumnado precisa desenvolver o pensamento crítico para poder criticar con argumentos este tipo de afirmacións. Isto pode relacionarse cos compoñentes do pensamento crítico relacionado coa emancipación social e a capacidade para

desenvolver unha opinión independente, o cal, nalgúñas ocasións, significar ir en contra das ideas dominantes na sociedade.

2.4.2 O *determinismo biolóxico*

En primeiro lugar cómpre definir a noción de determinismo biolóxico e delimitar en que contexto se desenvolve o concepto neste traballo. Denomínase determinismo á perspectiva que contempla ás capacidades e desempeños das persoas e dos animais como determinadas exclusivamente pola súa natureza biolóxica. Na súa forma actual mantén que a intelixencia, as destrezas físicas, deportivas, artísticas, e outras, dependen exclusivamente dos xenes. Como expón o paleontólogo Stephen J. Gould na introdución da segunda edición revisada e ampliada do seu libro *A falsa medida do home* (2007):

“o determinismo biolóxico, [...] consiste en afirmar que tanto as normas de conducta compartidas como as diferenzas sociais e económicas que existen entre os grupos – basicamente diferenzas de raza, de clase e de sexo – derivan de certas distincións herdadas, innatas e que, neste senso, a sociedade constitúe un fiel reflexo da bioloxía” (p.56).

Outro dos críticos do determinismo biolóxico, Richard C. Lewontin, xenetista norteamericano e unha das principais figuras no desenvolvemento da xenética de poboacións, describe o determinismo biolóxico (R.C. Lewontin; S. Rose; L. J. Kamin, 1987, *Non está nos xenes. Racismo, xenética e ideoloxía*) como unha ideoloxía que nace da combinación de tres ideas:

1. Diferimos en capacidades fundamentais debido a diferenzas innatas.
2. Estas diferenzas innatas son herdadas bioloxicamente.
3. A natureza humana é a responsable da formación dunha sociedade xerárquica.

Estas tres afirmacións contradín os principios da xenética e da bioloxía. Como sinala Lewontin (2000), para comprender o erro destas afirmacións cómpre

entender en que consiste o desenvolvemento dun organismo. Un principio fundamental da xenética do desenvolvemento é que “todo organismo é o resultado dunha interacción única entre os xenes e as secuencias ambientais, modulada por posibilidades fortuítas de crecemento e división celular.” (Lewontin, 2000, p. 33). É dicir, segundo o consenso maioritario na bioloxía actual, non estamos determinados polos xenes, senón que, máis ben estamos influenciados por eles. O desenvolvemento dun organismo non depende só dos materiais herdados dos pais, depende tamén de factores ambientais, entre os que se inclúen por exemplo, a nutrición e a educación, o ambiente no que os individuos se desenvolven. Noutras palabras, o fenotipo non é unha mera expresión da información xenética, senón o resultado da interacción entre esta información e o ambiente, como evidencia o aumento da estatura humana pola nutrición.

Un exemplo de determinismo biolóxico é a crenza nunha desigualdade esencial entre os xéneros. Segundo isto, as mulleres como grupo ocupan un rango social e económico inferior aos homes debido ás súas características biolóxicas. Tamén é un exemplo desta tendencia a procura dunha base xenética da natureza humana en conductas específicas como a agresividade e criminalidade. O italiano Cesare Lombroso a finais do século XVIII intentou establecer un sistema mediante o cal se podía predicir unha predisposición a comportamentos antisociais a partir de certas características físicas.

Os deterministas biolóxicos defenden a idea de que existen diferenzas de aptitude non só entre os individuos, senón tamén entre grupos humanos que explican o seu éxito ou fracaso social e económico. Este traballo centráse neste último aspecto: na crenza na existencia de diferenzas xenéticas entre as “razas” humanas, considerando que existen distintas aptitudes innatas en distintos grupos humanos.

2.4.3 *O racismo, unha forma de determinismo*

O racismo é unha forma de determinismo do mesmo xeito que o é a idea de que as mulleres son xeneticamente distintas aos homes. O determinismo biolóxico foi usado para explicar e xustificar as desigualdades dentro e entre as sociedades e

para afirmar a inmutabilidade de tales sociedades (Lewontin, 2000). A visión determinista atribúe as diferenzas sociais e económicas entre as 'razas' e sexos á herdanza, considerando estas diferenzas exclusivamente innatas. O determinismo é unha "explicación reduccionista da vida humana na que as frechas da causalidade van dos xenes aos humanos e dos humanos á humanidade" (Lewontin, Rose e Kamin, 2003, p. 30).

Gran parte da historia natural e da medicina noutras épocas estivo influenciada polo determinismo biolóxico. Algúns exemplos son a relación da forma do cráneo coa criminalidade sinalada arriba, ou a xerarquización das 'razas' humanas. O concepto de 'raza' é unha idea que evolucionou dentro da ciencia tendo distintas acepcións ao longo do tempo. Historicamente, a súa consideración científica poderíase situar nos séculos XVII e XVIII do pensamento europeo. Linneo (1707-1778) foi un dos primeiros científicos que lexitimizou o seu uso como unha noción científica. Linneo presentou a primeira clasificación dos seres vivos, *Sistema naturae* (1735), na que incluía ao ser humano entre os primates e identificaba a todos os humanos como membros dunha única especie, o *Homo sapiens*. Linneo dividiu aos seres humanos en catro grupos en función das súas características físicas e a súa cor de pel: *Asiaticus*, *Africanus*, *Eropeanus*, *Americanus*. Máis adiante, na décima edición do seu libro, engadía a estas diferenzas criterios para establecer entre estos grupos unha xerarquización como características de comportamento e personalidade (Lalueza, 2002; Fish, 2002). Por exemplo, os europeos eran agradables, agudos, activos, innovadores e estaban gobernados pola lei, pola contra os africanos considerábanse indolentes, negligentes e gobernados por caprichos. Os americanos nativos e asiáticos non se diferenciaban demasiado entre si.

Foi un coetáneo de Linneo, Buffon (1701-1778), quen introduciu a noción de 'raza' aplicada aos seres humanos. O naturalista consideraba que existían seis 'razas' humanas, aínda que a diferenza de Linneo, Buffon preocupouse máis en dar unha explicación sobre os mecanismos biolóxicos responsables desta variación (Smedley, 2002). No século XIX e primeira metade do século XX, diversos científicos seguían clasificando aos humanos en 'razas' superiores e inferiores,

baseándose en caracteres externos observables (cor de pel, forma do naris, cor de pelo, etc.), no entanto, a clasificación de Linneo seguía a ser a predominante.

Un exemplo que simboliza o racismo europeo e as ideas “discriminatorias” da ciencia é o caso de Saartje Baartman, a muller coñecida como a *Venus Hotentote*. A súa trágica historia representa a humillación e explotación sufrida polas etnias sudafricanas na época da colonización. George Cuvier, xunto con outros eruditos naturalistas, examinaron a muller primeiro en vida, núa, e despois o seu cadáver. O propio Cuvier diseccionou os seus restos xenitais e chegou a afirmar que a súa esteaotopixia e os seus beizos da vulva eran moi semellantes aos dos simios, feito que segundo el probaba que Saartje Baartman pertencía a unha “raza” inferior africana. Os restos da *Venus Hotentote* exhibíronse no museo do Home de París, como tamén aconteceu con outros exemplares de distintos tipos raciais (agás brancos) durante o século XIX, os cales eran incorporados ás coleccións de moitos museos de historia natural.

Unha perspectiva determinante na prevalencia desta crenza nas diferencias de aptitudes e nos grupos raciais foi o Darwinismo Social, unha distorsión da teoría da evolución de Darwin que emprega o mecanismo da selección natural e sobre todo, a “loita pola supervivencia”, para xustificar as diferenzas entre os grupos humanos (Fish, 2002).

A idea de que as 'razas' non existen de xeito biolóxico foi presentada por primeira vez polo antropólogo e humanista Ashley Montagu (1942). Foi un dos primeiros científicos en confrontarse a noción de 'raza' no seu libro *Man's most dangerous myth: the fallacy of race*. Montagu examinou a estrutura física e a capacidade mental de distintos grupos étnicos e rexeitou a idea de que certas 'razas' eran superiores a outras de xeito innato, mostrando incluso que as similitudes entre as 'razas' eran superiores as súas diferenzas.

Máis adiante, distintos xenetistas apoiaron esta mesma idea. Como sinala Lewontin (2000), malia haber moitas diferenzas entre os individuos dun mesmo grupo étnico, un 85% da variación xénica total, existe moi pouca variación entre distintos grupos (7% da variación xénica total). O 8% restante corresponde á variación entre grupos étnicos da mesma 'raza'. A xenética confirma a inexistencia

das 'razas', non habendo entón unha correspondencia entre as divisións xenéticas e as clasificacións raciais tradicionais (Lalueza, 2001).

Entón, é correcto falar de 'razas' humanas? Si, se consideramos as 'razas', como grupos cunha orixe xeográfica distinta. Porén, a noción de 'raza' non debe implicar unha xerarquización. Ademais, o uso de características como a cor de pel para definir as 'razas' non pode ser un criterio de diferenciación, xa que como indica Jerry A. Coyne (2009, p. 233) estas características representan só o 15% da variación xenética en humanos, correspondendo o 85% ás diferenzas individuais dentro da mesma 'raza'. As diferenzas non se deben á presenza ou ausencia de determinados alelos, senón ás súas frecuencias. Por este motivo, moitos biólogos prefiren empregar o termo de poboacións humanas en lugar de 'razas'.

En resumo, o determinismo foi desbotado pola ciencia. A persistencia do concepto 'razas' mostra que cando a comunidade científica creou un paradigma costa moito retificalo, aínda que sexa a propia comunidade quen o faga (Lalueza, 2001, p. 20).

2.4.4 *O determinismo na actualidade*

Aínda que as perspectivas deterministas e racistas deixan de estar recoñecidas pola comunidade científica, seguen vixentes na nosa sociedade. Unha situación especialmente preocupante é a súa presenza política, relacionando cuestións como alcoholismo, violencia e suicidio cunha determinación xenética. A continuación reproducimos dúas frases de políticos europeos publicadas en distintos xornais. A primeira é do presidente francés Sarkozy, nunha conversa co filósofo Michel Onfray na revista *Philosophie*: “Cada ano suicídanse en Francia entre 1.200 e 1.300 xoves. Non é porque os seus pais non se ocuparan deles, senón porque xeneticamente tiñan unha fragilidade, unha doenza previa” (El País, 8 de abril de 2007).

O segundo exemplo é tomado dun artigo de opinión de Mariano Rajoy que leva como título *Igualdade humana e modelos de sociedade*:

"La desigualdad natural del hombre viene escrita en el código

genético, en donde se halla la raíz de todas las desigualdades humanas: en el se nos han transmitido todas nuestras condiciones, desde las físicas: salud, color de ojos, pelo, corpulencia... hasta las llamadas psíquicas como la inteligencia, predisposición para el arte, el estudio o los negocios." (Faro de Vigo, 4 de marzo de 1983).

O determinismo explica as desigualdades sociais como resultado da bioloxía. A súa mensaxe, como indican Schneider e colaboradores (1977), consiste en afirmar que todos os fenómenos sociais teñen a súa orixe na natureza humana. Esta visión reduccionista sobre os seres humanos pode resultar comfortable para moitos individuos xa que o determinismo proporciona unha explicación ás desigualdades sociais existentes. Se os xenes son os responsables e determinan o que unha persoa pode chegar a ser, de tal maneira que os individuos non teñen un control sobre eles mesmos, entón non existen responsabilidades sociais. A resurxencia do determinismo relaciónase coas propostas conservadoras para reducir o investimento do estado en programas sociais (Gould, 1981), utilizándose para apoiar as axendas políticas que tratan de dar unha xustificación científica para reducir a axuda económica aos segmentos desfavorecidos da poboación. A pobreza, o desemprego e a exclusión educativa, preséntanse como resultado de diferenzas innatas e non das condicións sociais (Kaplan e Llomovatte, 2009). Noutras palabras, a responsabilidade recae sobre os individuos e as súas características individuais, non na sociedade (Lewontin, 2000).

O determinismo actual afirma por exemplo que as supostas diferenzas de intelixencia entre negros e brancos son debidas aos xenes (Herrnstein e Murray, 1994; Jensen, 1969). Un exemplo son as afirmacións do premio Nobel James Watson. O 14 de Outubro de 2007, o científico, nunha entrevista para o xornal británico *Sunday Times*, falando sobre África afirmaba: *“todas as políticas sociais están baseadas no feito de que a súa intelixencia [a dos negros] é a mesma que a nosa, mentres que todas as probas amosan que non é realmente así. Quen trata con empregados negros sabe que isto [que todas as persoas son iguais] non é certo”*. O enunciado de Watson constitúe unha afirmación con implicacións

políticas, que podería afectar aos programas de axuda aos países africanos.

O determinismo non se xustifica en base aos descubrimentos científicos actuais, como o Proxecto Xenoma Humano. Todos os seres humanos teñen un xenoma similar, sendo un 99% idénticos nos nosos xenes. En febreiro de 2002, Craig Venter e os seus colegas publicaron na revista *Science* a secuencia do xenoma humano, concluindo o seguinte:

“Hai dúas falacias que hai que evitar: o determinismo, a idea de que todas as características dunha persoa residen no seu xenoma; e o reduccionismo, a visión que apoia que cun completo coñecemento da secuencia do xenoma humano, é só unha cuestión de tempo, entender as funcións dos xenes e as súas interaccións, que nos proporcionarán unha completa descrición causal da variabilidade humana” (Venter et al., 2001 p. 1348).

Malia o consenso científico sobre a falsa natureza do determinismo biolóxico, estas ideas seguen aínda circulando na nosa sociedade. Serge Moscovici (1961) propón a idea das representacións como nocións socialmente construídas. Na nosa opinión as 'razas' humanas constitúen representacións sociais. Como sinala John Willinsky (1998b) na súa obra *Learning to Divide the World: Education at Empire's End*, malia a existencia de probas científicas en contra dunha base científica sobre as 'razas', moitos dos estereotipos e discursos racistas prevalecen aínda hoxe en día. Estes estereotipos empregados para clasificar aos grupos humanos son un exemplo destas representacións presentes nos xornais, filmes, libros e outros medios relevantes na educación non formal dos cidadáns. Por que por exemplo dicimos que Barack Obama é 'negro' cando poderíamos dicir que é branco (xa que a súa nai é branca)? Continuamos empregando categorías que proceden dos escravos, por exemplo identificando como negra a unha persoa que ten unha octava parte de ancestros negros. Malia a existencia de probas científicas que demostran que non hai unha xerarquía das razas humanas nun sentido biolóxico, isto non tivo suficiente impacto na sociedade. Preguntámonos entón, se isto pode ter relevancia na loita contra o

racismo.

Aínda que o racismo sexa unha causa de preocupación mundial, localizamos unicamente un reducido número de traballos sobre o determinismo no ensino das ciencias. Willinsky (1998b) afirma que “nas aulas de ciencias de secundaria a construción científica de ‘raza’ está ao mesmo tempo oculta e presente. Está oculta por un currículo que non reconece a ‘raza’ unha categoría de distinción humana. Porén, a categoría de raza está presente na vida dos estudantes” (Willinsky, 1998b, p. 163).

Levy, Selles e Ferreira (2008), identifican as ambigüedades científicas asociadas á noción de ‘raza’ na súa análise dos libros de texto de Brasil. Dos seis libros de texto analizados, cinco abordan a noción de ‘raza’ en capítulos sobre evolución humana e xenética, e un libro relaciona a ‘raza’ coa variación humana. Os autores interpretan que esta relación reforza a idea de que o concepto de ‘raza’ ten unha base biolóxica. Por outra banda, atoparon que un destes libros aborda o determinismo biolóxico para criticalo.

No seguinte apartado preséntase unha revisión dos estudos de xenética en didáctica das ciencias, prestando atención aos relacionados co modelo de expresión dos xenes.

2.5 Aprendizaxe de xenética

A investigación en didáctica das ciencias revela que a xenética é unha das áreas de ciencias que resultan máis difíciles para o alumnado (Duncan e Reiser, 2007; Knippels, Waarloo e Boersma, 2005; Lewis e Wood-Robinson, 2000, entre outros), polo que cómpre desenvolver tarefas que promovan a alfabetización científica do alumnado en xenética. Esta investigación céntrase no uso de probas e na aplicación do modelo de expresión dos xenes en distintos contextos.

Neste subapartado preséntase unha revisión da literatura sobre a aprendizaxe de xenética, prestando unha maior atención aos últimos traballos, especificamente aos relacionados co modelo de expresión dos xenes e as súas conexións co determinismo biolóxico.

2.5.1 *Estudos sobre a aprendizaxe de xenética, o caso particular do modelo de expresión dos xenes*

A ensinanza da xenética leva moito tempo preocupando a docentes e investigadores en didáctica das ciencias. Constitúe un campo de coñecemento de grande interese na ensinanza da bioloxía. A xenética xoga un papel fundamental nos modelos teóricos da bioloxía e relaciónase con numerosas cuestións éticas e sociais (Bugallo, 1995).

Distintas investigacións sinalan que a xenética é unha das áreas da bioloxía que presenta maior dificultade para o alumnado (Banet e Ayuso, 1995; Banet, Ayuso e Abellán, 1996; Jiménez-Aleixandre et al., 2000; Lewis, Leach e Wood-Robinson, 2000; Stewart, 1982; Tsui e Treagust, 2007; Venville e Dawson, 2010, entre outros). Como sinalan Banet e Ayuso (1995) hai que ter en conta que algúns dos termos empregados na aula poden ser interpretados polo alumnado cun significado distinto ao atribuído polos docentes. Como consecuencia disto, non se producen aprendizaxes axeitados, puidendo chegar a reforzarse nocións equivocadas.

Estas dificultades axudan a comprender o interese nas investigacións sobre xenética (revisadas en Bugallo, 1995) a partir dos anos 80, tanto nas ideas alternativas como nas dificultades na resolución de problemas. Dentro das primeiras, as que analizan as ideas alternativas do alumnado sobre determinados conceptos de xenética, algúns estudos céntranse en analizar en que medida inflúen os contidos dos libros de texto sobre as ideas alternativas. Por exemplo, un traballo de Martínez-Gracia, Gil-Quílez e Osada (2006) sobre os contidos de enxeñería xenética nos libros de texto de bioloxía, mostra que existe un exceso de información e esta non favorece unha comprensión significativa sobre a tecnoloxía do ADN que os cidadáns do século XXI precisarían.

Sobre as dificultades na resolución de problemas, Banet, Ayuso e Abellán (1996) analizan os problemas de xenética nos libros de texto en España e indican que: a) son exercicios de lápiz e papel; b) teñen normalmente un enfoque causa-efecto; c) presentan unha única solución; c) moitos deles refírense a seres vivos

descoñecidos, ou a características hereditarias difíciles de visualizar.

Estas dificultades son preocupantes desde o punto de vista práctico, debido o aumento da importancia da xenética na nosa vida diaria (Duncan e Reiser, 2007). Knippels (2002) divide estas dificultades en cinco categorías: 1) o vocabulario e a terminoloxía específica, 2) o contido matemático dos problemas mendelianos; 3) os procesos citolóxicos; 4) a natureza abstracta e a orde na que se ensinan os conceptos de xenética; 5) a natureza complexa da xenética. En relación a esta última categoría, cómpre salientar que unha das dificultades da xenética é que moitos dos conceptos e dos procesos de xenética forman parte de distintos niveis de organización biolóxica, o que fai que o alumnado teña problemas para relacionalos.

Algúns estudos que abordan estas dificultades, van máis aló e propoñen distintos métodos ou estratexias para resolvelas (por exemplo, Banet e Ayuso, 1995; Knippels, 2001; Jiménez Aleixandre, 1992; Lewis, Leach e Wood-Robinson, 2000a; 2000b; Wood-Robinson, Lewis e Leach, 2000).

Banet e Ayuso (1995) presentan algunhas suxestións para reorientar os problemas de xenética. Entre estas, poñen o énfase na formulación de problemas auténticos que sexan de interese para o alumnado. Os autores indican que aínda que os plantexamentos efecto (fenotipos) – causa (xenotipos e modelos de herdanza) propostos por autores como Johnson e Stewart (1990) impliquen un maior razoamento polo alumnado, é preciso presentar problemas abertos con máis dunha única solución.

Knippels (2002) propón o uso de contextos familiares e de problemas relevantes para diminuír as dificultades do alumnado.

Venville e Donovan (2008) suxiren o uso de modelos ou analoxías para axudarlle ao alumnado a visualizar procesos, conceptos ou entidades que non son visibles. En concreto, os autores desenvolven un modelo que denominan *wood model*, para explicar os conceptos de xenes, ADN e cromosomas, e mostrar unha representación do mecanismo de herdanza xenética.

Gelbart e Yarden (2006) deseñan un ambiente de aprendizaxe

'bioinformático' co obxectivo de axudarlle ao alumnado a mellorar a súa comprensión e a promover o desenvolvemento de capacidades de indagación entre eles. Os autores conclúen que o uso deste tipo de ferramentas na aula mellora a capacidade do alumnado para formular explicacións que integren os conceptos de fenotipo, xenotipo e a organización do xenoma, ademais de fomentar a súa comprensión sobre ás prácticas científicas e a argumentación.

Un traballo de Venville e Dawson (2010) propón o uso da argumentación sobre cuestións socio-científicas relacionadas coa xenética como medio para mellorar a comprensión do alumnado sobre conceptos de xenética. Os autores xustifican esta idea afirmando que a comprensión conceptual non é puramente un proceso cognitivo individual senón que tamén é un proceso social, idea que forma parte da teoría da *aprendizaxe situada* de Brown et al (1989). Esta tese sitúase nesta mesma liña, xa que todas as tarefas da unidade didáctica realízanse en grupo e utilizan contextos sociais familiares para o alumnado nos que teñen que aplicar o modelo de expresión dos xenes e entender as relacións entre o xenotipo e o fenotipo.

En relación aos traballos que abordan o modelo de expresión dos xenes, existen distintos estudos que mostran as dificultades do alumnado para entender as relacións entre o xenotipo e o fenotipo (Knippels, Waarloo e Boersma, 2005; Tsui e Treagust, 2007; Venville e Donovan, 2005), mais en ningún deles se aborda de forma específica o determinismo biolóxico. A maioría dos estudos fan fincapé no papel das proteínas e na súa importancia para comprender as relacións entre xenotipo e o fenotipo. Por exemplo, Duncan (2007) sinala que a capacidade para explicar estas relacións depende dunha adecuada comprensión sobre as proteínas como moléculas que regulan a expresión dos xenes.

Lewis e Kattman (2004) sinalan as dificultades do alumnado para diferenciar xenotipo e fenotipo e, como consecuencia, para considerar os mecanismos moleculares que explican os fenómenos xenéticos. Duncan, Rogat e Yarden (2009), na súa proposta de *learning progression* en xenética, sinalan que a comprensión das interaccións entre xenes e ambiente por parte do alumnado

é unha cuestión central, póren esta cuestión non aparece recollida no currículo de xenética. Ademais, os autores suxiren que se podería manifestar maior determinismo, cando os estudantes descoñecen os mecanismos que explican a relación entre os xenes e determinadas características, e o nivel de organización especificado pola información xenética.

En resumo, aínda que a xenética é un dos campos de coñecemento máis estudados en didáctica das ciencias, non encontramos ningún estudo no que se aborde de forma específica o determinismo biolóxico. Por isto consideramos que esta é unha das aportacións orixinais deste estudo.

CAPÍTULO 3

METODOLOXÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Introducción

Neste capítulo abórdase a metodoloxía de investigación da tese. O capítulo divídese en catro apartados. No primeiro preséntase o marco metodolóxico deste estudo de investigación, que inclúe a investigación cualitativa, os estudos de caso e a análise do discurso. No segundo apartado o deseño da investigación, no que se explican as fases da investigación e as decisións tomadas nas distintas etapas. No terceiro preséntase o contexto, os participantes e a toma de datos en cada un dos estudos. E no cuarto faise unha descrición dos métodos da análise empregados na investigación.

3.2 Marco metodolóxico

Esta investigación enmárcase dentro dos estudos cualitativos, en concreto nos estudos de caso que analizan de xeito detallado os procesos educativos, por exemplo de construción de coñecemento. A continuación, desenvólvense cada unha das metodoloxías deste traballo de investigación. En primeiro lugar abórdase a investigación cualitativa e os estudos de caso e, en segundo desenvólvese a análise do discurso.

3.2.1 Investigación cualitativa e estudos de caso

Existen dúas perspectivas de investigación en didáctica, a investigación cualitativa

e a cuantitativa. A investigación cualitativa forma parte dos estudos interpretativos que buscan unha comprensión dos fenómenos estudados a través dos significados que as persoas lles asignan (Erickson, 1985). Denzin e Lincoln (2000) definen a investigación cualitativa do seguinte xeito:

"A investigación cualitativa é unha actividade situada que localiza ao observador no mundo. Consiste nunha serie de prácticas interpretativas que fan o mundo visible (...). Os investigadores cualitativos estudan as cousas no seu contexto natural, tratando de entender ou interpretar fenómenos en termos dos significados que lle asignan as persoas" (Denzin e Lincoln, p.3).

A metodoloxía cualitativa intenta achegarse ao coñecemento da realidade social a través da documentación dos feitos ou do estudo dos discursos. O seu obxectivo é analizar os procesos educativos, como os de construción do coñecemento, de desenvolvemento das competencias, ou de interaccións na aula. O que conleva a realización de estudos detallados baseados na observación de grupos reducidos como pode ser unha escola ou unha aula. A diferenza dos estudos cuantitativos, nos cales se empregan mostras amplas para poder obter resultados xeneralizables, a investigación cualitativa fai unha análise en profundidade co obxectivo de explicar estes procesos.

O paradigma da investigación cualitativa permite achegarse aos fenómenos estudados mediante protocolos de observación, participación e rexistro dos datos. Os investigadores cualitativos participan na investigación a través da interacción cos suxeitos que estudan, sendo o seu papel o de capturar o significado que constrúen estes suxeitos a través das súas experiencias. Este traballo de investigación intégrase dentro desta perspectiva, formando parte tamén dos estudos de caso.

Segundo Eisenhardt (1989), un estudo de caso pode definirse como “unha metodoloxía de investigación que se centra en comprender a dinámica presente en

contextos particulares” (p.534).

A meirande parte da investigación sobre estudos de caso é de tipo cualitativo, malia que combinan moitas veces a metodoloxía cualitativa e cuantitativa. Segundo Yin (2003), os estudos de caso poden diferenciarse en: exploratorios, explicativos e descritivos. Esta investigación combina aspectos dos tres. Cada un destes, poden ser estudos de caso simples ou múltiples, e poden ser de tipo lonxitudinal, cando explican os cambios que acontecen nun mesmo estudo de caso ao longo do tempo; ou de tipo comparativo, cando explican as diferenzas entre os distintos estudos de caso.

A metodoloxía desta investigación forma parte dos estudos de caso múltiple, en concreto inclúe un estudo piloto e catro estudos de caso levados a cabo en dúas fases de investigación. No terceiro apartado sobre o deseño do estudo, preséntase cada un dos estudos que conforman esta investigación. As razóns que explican a elección desta metodoloxía neste traballo son:

(1) Natureza dos obxectivos e preguntas de investigación: De acordo con Yin (2003), os estudos de caso resultan axeitados nunha investigación que busca responder ás preguntas de: como? e por que? O obxectivo xeral desta tese é examinar o desenvolvemento da competencia en uso de probas no contexto do modelo de expresión dos xenes. En particular examina como usa o alumnado as probas na avaliación de enunciados sobre a interacción xenes-ambiente.

(2) Natureza do fenómeno a estudar: Os estudos de caso permiten unha análise holística dos fenómenos (Yin, 2003). Nunha investigación como esta hai moitas variables que non se poden predicir ou controlar antes de levar a cabo o estudo. A diferenza dos experimentos, nos que se se poden controlar as condicións, nos estudos de caso, especificamente na situación de aula onde interaccionan o currículo, os libros de texto, as tarefas, estratexias docentes, isto non é posible.

(3) Natureza do contexto: Non se pode separar o contexto (a aula, o centro) das cuestións a investigar. Hai que ter en conta o contexto específico de cada estudo (a aula, o centro, a localización do centro, etc). Como sinala Yin (2003), un estudo de caso é unha investigación empírica que “investiga un fenómeno

contemporáneo no seu contexto real, especialmente cando as barreiras entre o fenómeno e o contexto a estudar non son claramente evidentes” (p.13).

3.2.2 *Análise do discurso*

A análise do discurso é un método ou conxunto de ferramentas para levar a cabo investigación cualitativa en educación. Das dúas correntes que o utilizan en investigación, a que analiza a súa estrutura e xéneros, e a que estuda o discurso como manifestación de procesos sociais e cognitivos, esta tese sitúase na segunda.

Foi o filósofo da linguaxe ruso Mijail Bajtin (1895-1975) quen desenvolveu unha filosofía da lingua centrada nas intervencións dialóxicas. Este autor sinala que "o discurso é sempre emitido na forma dun enunciado que pertence a un suxeito en particular, e fóra desta forma non pode existir" (Bathkin, 1986, p.71). Cada intervención dialóxica defínese por cambios na persoa que fala, tendo significado cando esta forma parte dunha cadea de comunicación (Batkhin, 1986, p.91). Para Bakhtin o que fai que un discurso sexa *dialóxico* é o feito de que haxa distintas ideas e puntos de vista, aínda cando sexa producido por un só individuo.

Vygostky (1987) é desta mesma visión. El explica que a linguaxe escrita e oral adquire significado a través do seu uso social. É dicir, o significado constrúese socialmente.

Unha segunda cuestión que caracteriza o discurso humano segundo Gee, Michaels e O' Connor (1992), é que este ten regras e está estruturado internamente. Sinalan tamén que é producido por falantes que están situados nunha matriz socio-histórica, e conformado polas súas realidades culturais, políticas, económicas, sociais e persoais. Este tipo de análise é apropiado para estudar procesos situados nun contexto cultural, como as representacións sociais que se abordan nesta tese.

Gee (1990, 2005) propón que o discurso non implica unicamente falar, senón tamén un tipo de ferramenta de identidade que comparten os membros dunha mesma comunidade. Sinala que os actores sociais poden participar en múltiples discursos, puidendo ter algúns destes identidades conflictivas para eles. O discurso non é neutral xa que reflicte ideoloxías, valores, crenzas e prácticas

sociais (Fairclough, 1989). O discurso en ciencias tamén pode implicar estas ideoloxías. Como sinala Lemke (1997), "falar ciencias" conleva ademais de aprender a linguaxe da ciencia, aprender valores. Este traballo pretende analizar a competencia en uso de probas no discurso do alumnado en relación ao modelo de expresión dos xenes, así como, as súas posicións sobre as interaccións xenes-ambiente.

De acordo con Kelly (2008b), o estudo do discurso permite aos investigadores saber que conta como ciencia en determinados contextos, como a ciencia se constrúe en interacción, quen participa na construción da ciencia, e como as definicións situadas da ciencia implican determinadas orientacións epistemolóxicas.

Mediante a análise do discurso nesta investigación, pretendemos examinar o uso de probas polo alumnado en distintos contextos argumentativos. Seguindo a Kelly, o emprego desta perspectiva de análise na tese xustifícase por tres razóns:

(a) A ensinanza e a aprendizaxe teñen lugar mediante o discurso e a interacción. É preciso atender ao discurso do alumnado e do profesorado, e as interaccións entre eles, para poder identificar problemas de aprendizaxe. Neste caso ao discurso no contexto do modelo de expresión dos xenes.

(b) O coñecemento da ciencia require a implicación do alumnado no mundo social e simbólico da ciencia. As prácticas científicas, en concreto, o uso de probas teñen un papel central en ciencias (Duschl e Osborne, 2002; Jiménez Aleixandre, 2010; Kelly, 2008a, entre outros). É preciso que o alumnado participe nas prácticas de uso de probas para que entendan o funcionamento da ciencia. A análise do discurso permite examinar a comprensión e o desempeño das prácticas científicas por parte do alumnado.

(c) A construción, comunicación e avaliación do coñecemento teñen lugar mediante a linguaxe e os procesos sociais. Este enfoque é apropiado para abordar os obxectivos desta investigación.

3.3 Deseño da investigación

Neste apartado discútase o deseño da investigación xustificando as decisións

tomadas e os obxectivos de cada un dos estudos que conforman a tese. Este deseño é coherente cos estudos *de deseño baseados na investigación* (Knippels, 2002; Sandoval e Bell, 2004; Tiberghien, Vince e Gaidioz, 2009, entre outros) que inclúen distintos estudos e fases de investigación para poder mellorar, tanto as tarefas e estratexias de ensinanza-aprendizaxe, neste caso o deseño de sucesivas versións dunha unidade didáctica, como o deseño de toma de datos. O colectivo *Design-Based Research* (2003) sinala que o deseño baseado na investigación constitúe un paradigma emerxente que permite estudar a aprendizaxe no contexto a través do deseño e estudo sistemático das estratexias de ensinanza. Os autores deste colectivo suxiren que esta metodoloxía pode axudar a ampliar o coñecemento sobre o deseño de ambientes de aprendizaxe innovadores e por outra banda, permite entender como, cando e por que as innovacións educativas funcionan na aula.

Esta investigación comprende un estudo piloto (curso 2007-2008) e un estudo de caso múltiple en dúas fases de investigación (curso 2008-2009 e 2009-2010). A primeira fase de investigación inclúe dous estudos de caso (EC1, EC2) e a segunda outros dous estudos (EC3, EC4). Na figura 3.1 preséntase un esquema da secuencia temporal dos estudos.

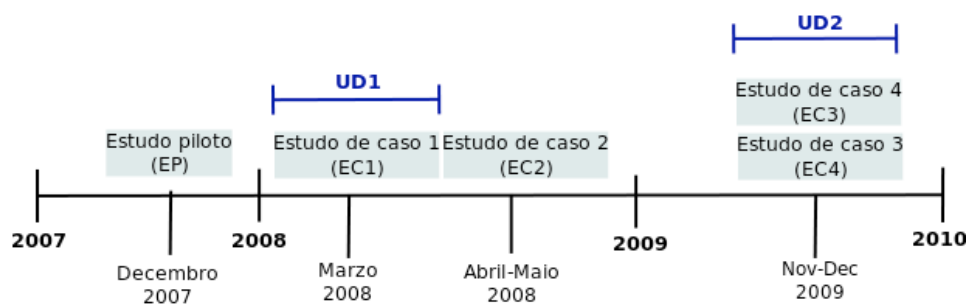


Figura 3.1 Esquema da secuenciación temporal dos estudos da tese.

O estudo piloto ten o propósito de realizar unha primeira aproximación teórica e práctica ao estudo do desenvolvemento da competencia de uso de probas

sobre o modelo de expresión dos xenes.

O obxectivo central da tese é examinar o uso de probas polo alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño en distintos contextos argumentativos. Para estudar isto no contexto real de aula e das clases de ciencias, foi necesario deseñar unha unidade didáctica que integrase tarefas de uso de probas situadas nestes contextos cos contidos de ciencias, en concreto, da xenética. Para o deseño da unidade didáctica, baseámonos na *transposición didáctica* (Verret, 1975; Chevallard, 1991), un modelo que fai explícitas as decisións que se toman no proceso de deseño da unidade didáctica. Isto discútese en detalle no capítulo 4.

As dúas fases de investigación correspóndense cos distintos pasos na transposición didáctica, que permitiron detectar, por unha banda, os problemas de deseño das tarefas da unidade didáctica e modificalos nas seguintes fases. E por outra, identificar as dificultades do alumnado no desempeño da competencia en uso de probas.

Para o estudo piloto eliximos 3º da ESO porque é o último curso no que as ciencias son obrigatorias para todo o alumnado, polo que representa o nivel máis alto en ciencias para unha alta proporción do alumnado e do público en xeral.

No estudo principal, dous estudos de caso (EC1, EC3) leváronse a cabo en 4º de ESO e un estudo de caso (EC4) en 1º de bacharelato. Escollimos 4º de ESO por que a xenética forma parte dos contidos do currículo deste curso. De todos xeitos, estudar ciencias neste curso é optativo para os estudantes. Por este motivo, despois dunha negociación co profesor, decidimos realizar o EC4 nunha nova materia, Ciencias para o Mundo Contemporáneo, obrigatoria para todo o alumnado en 1º de bacharelato. A natureza socio-científica desta cuestión fai que sexa especialmente axeitada para esta materia de ciencias, que trata cuestións científicas de relevancia social.

O estudo de caso 2 realizouse en 1º de bacharelato, no marco do aniversario do ano Darwin na materia de Ciencias para o Mundo Cotemporáneo. A continuación abórdase cada un dos estudos, incluíndo os seus obxectivos específicos.

Estudo piloto (EP): levouse a cabo cun grupo de alumnado de 3º de ESO co obxectivo de examinar o uso de probas e a argumentación do alumnado no contexto da avaliación dun enunciado científico. Diseñouse e levouse a cabo unha actividade en dúas sesións que solicitaba do alumnado a avaliación do enunciado de James Watson sobre as diferenzas innatas de intelixencia entre negros e brancos en base á distintas probas relacionadas coa interacción xenes-ambiente.

Os resultados da análise, desenvolvidos no capítulo 5, mostran dificultades no uso de probas nas respostas de certa proporción do alumnado. Estes resultados utilizáronse para modificar a tarefa e o instrumento da análise.

Primeira Fase de investigación (curso 2008-2009)

- Estudo de caso 1 (EC1): Tendo en conta os problemas detectados no estudo piloto, deseñouse unha unidade didáctica sobre o modelo de expresión dos xenes e as relacións de interacción xenes – ambiente. O estudo desenvolveuse cun grupo de 4º de ESO. A análise deste estudo permitiunos identificar aspectos a modificar no deseño da unidade didáctica, presentados no capítulo 4. Un dos problemas detectados foi a confusión por parte do alumnado sobre se o aumento da estatura dunhas xeracións a outras constitúe unha proba da interacción xenes – ambiente, ou unha proba da evolución. Dada a relevancia que ten esta confusión e no contexto do aniversario de Darwin, decidiuse levar a cabo un estudo (EC2) sobre uso de probas sobre a teoría da evolución.

- Estudo de caso 2 (EC2): Desenvolveuse no marco do aniversario de Darwin polo bicentenario do seu nacemento e os 150 anos da publicación d'*A Orixe das Especies*. O obxectivo é examinar o uso de probas polo alumnado noutro contexto argumentativo, a identificación de probas dunha teoría. Diseñamos unha tarefa na que o alumnado tiña que usar probas para convencer a outra persoa sobre a teoría da evolución.

Segunda fase de investigación (curso 2009-2010): Tendo en conta os resultados no desempeño de uso de probas e na modelización das interaccións xenes-ambiente, decidiuse modificar as actividades de aprendizaxe da unidade didáctica,

e desenvolver unha nova unidade. Esta segunda fase inclúe dous estudos de caso: EC3, EC4, que corresponden a dúas aulas distintas en dous centros de secundaria. Isto permite analizar a forma en que dous profesores distintos levan a cabo a mesma unidade didáctica, o que se corresponde co terceiro obxectivo de investigación da tese. A figura 3.2 resume as distintas fases de investigación.

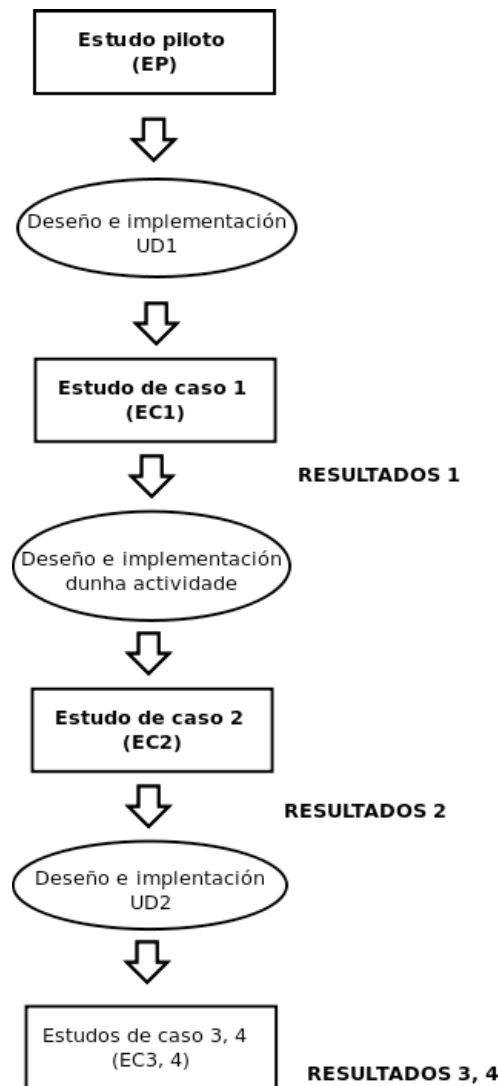


Figura 3.2 Fases de investigación da tese. UD: unidade didáctica.

3.4 Contexto, participantes e recollida de datos

Esta investigación levouse a cabo cun total de 251 alumnos e catro profesores de Bioloxía e Xeoloxía en tres centros de secundaria de tres localidades de Galicia. Tanto os nomes dos centros, como o do profesorado e alumnado son pseudónimos co obxectivo de salvagardar o seu anonimato. A táboa 3.1 resume os participantes e o contexto de cada estudo.

	Estudo piloto	1º Fase investigación			2º Fase investigación		Total
	EP	EC1	EC2		EC3	EC4	
Centro (IES)	Sarela	Sarela	Sarela	Serra	Vila	Serra	3
Localidade	Cidade	Cidade	Cidade	Vila 1	Vila 2	Vila 1	3
Profesor	Vega	Ponte	Ponte	Quiroga	Val	Quiroga	4
Curso (idade)	3º ESO (15-16)	4º ESO (16-17)	1º BAC (17-18)	4º ESO (16-17)	4º ESO (16-17)	1º BAC (17-18)	3
Clases	1	2	4	1	1	1	10
Alumnos	24	50	102	22	18	35	251
Materia	Bio e Xeo 3º	Bio e Xeo 4º	CMC	Bio e Xeo 4º	Bio e Xeo 4º	CMC	2
Nº Sesións	2	3	1	1	5	4	15

Táboa 3.1 Contexto e participantes. **EP** (estudo piloto), **EC1 – 4** (estudo de caso 1 ao 4), **CMC** (Ciencias para o Mundo Contemporáneo), **Bio e Xeo:** Bioloxía e Xeoloxía.

Estudo piloto: Os participantes son unha clase de de 3º de ESO (N=24) do instituto Sarela. A situación socioeconómica do alumnado é media-alta. O profesor Vega ten unha experiencia docente de máis de 20 anos e está afeito a traballar na aula desde a perspectiva da indagación.

Estudo de caso 1: Realízase no mesmo centro que no estudo piloto, Sarela. Participan dúas clases de 4º de ESO (N=50). Oito destes alumnos participaron no estudo piloto. O profesor Ponte conta cunha experiencia de menos de dous anos

traballando na aula.

Estudo de caso 2: Lévese a cabo en dous centros distintos, o Sarela e o Serra. No primeiro centro participaron catro clases de 1º de Bacharelato (N=102) da nova materia de Ciencias para o Mundo Contemporáneo. Esta materia inclúe tanto alumnado de ciencias como de letras, o que nos permite comparalos.

No centro Serra desenvólvese cunha clase de 4º de ESO (N=22) da materia de Bioloxía e Xeoloxía. A situación socioeconómica deste centro é de clase baixa. O profesor Quiroga, ten unha experiencia de 10 anos na aula e leva a cabo proxectos de indagación co alumnado. Cómpre salientar que parte do alumnado e do profesorado pasan todo o día no centro. As relacións entre eles son estreitas.

Estudo de caso 3: Os participantes son unha clase de 4º de ESO (N=18) do instituto Vila. Case a metade destes alumnos (7 de 18 alumnos) están repetindo curso e presentan dificultades de aprendizaxe ou falta de motivación para rematar a ESO. A situación socioeconómica do centro é de clase media-baixa. O profesor Val ten máis de 15 anos de experiencia docente e a meirande parte do tempo desenvolveuna neste centro.

Estudo de caso 4: Os participantes son unha clase de 1º de Bacharelato (N=35) do centro Serra. Parte deste alumnado participou no EC2. A investigadora puido discutir o desenvolvemento das tarefas co profesor e tomar decisións conxuntas sobre a recollida de datos e a organización da aula. A continuación, descríbese a toma de datos en cada estudo.

Toma de datos

Os datos recollidos inclúen o rexistro en vídeo e audio das distintas sesións, os informes escritos e as notas de campo da investigadora. No EC3 recolleuse tamén un CD coas diapositivas de powerpoint empregadas polo profesor na primeira sesión. A toma de datos no EP e no EC3 fíxose coa axuda doutra compañeira do grupo de investigación.

As gravacións en vídeo tiñan como fin poder visualizar o que acontece na aula (as interaccións alumnos – profesor) e dentro de cada grupo (que documentos utilizan, que persoas do grupo interaccionan, etc). Tamén serviron para a

identificación dos estudantes. En todos os estudos, na primeira sesión, ubicouse unha cámara de vídeo na aula para ter unha panorámica da mesma e afacer ao alumnado ás cámaras nas seguintes sesións. Nestas utilizouse unha cámara de vídeo por grupo.

Para o rexistro en audio, empregouse sempre unha gravadora por grupo para poder recoller ben as discusións dos alumnos e logo transcribilas. A transcripción dos informes escritos realizouse respectando de xeito literal a linguaxe e a ortografía utilizada polo alumnado. No caso das transcripcións orais utilizáronse tanto as gravacións en audio como en vídeo. Este serviu en moitas ocasións para poder identificar a voz dos alumnos.

As notas de campo da investigadora inclúen debuxos e diagramas realizados polo profesor no encerado, comentarios sobre a marcha da actividade e os debates en pequeno grupo. A investigadora tratou de recoller as dificultades do alumnado no desenvolvemento das tarefas.

Os informes escritos corresponden á actividade desenvolvida en cada sesión. A meirande parte son informes en grupo, xa que se tratou de que o alumnado traballase en grupo para promover a discusión entre eles e a co-construción de significados.

3.5 Métodos de análise

Os métodos de análise empregados nesta investigación responden a dúas cuestións: o deseño da unidade didáctica e ás preguntas de investigación. Para o deseño da unidade baseámonos no marco teórico-metodolóxico da *transposición didáctica* (Verret, 1975; Chevallard, 1991), que serve para caracterizar o proceso de transformación do coñecemento desde a comunidade científica á aula, e para facer explícitos os pasos e decisións tomadas no deseño e análise da unidade didáctica.

O método empregado para a análise das catro preguntas de investigación: 1) Como usa o alumnado as probas na avaliación de enunciados científicos sobre as interaccións xenes – ambiente?, 2) Que diferentes posicións nun espectro

interacción – determinismo maniféstanse nos argumentos sobre a expresión dos xenes?, 3) Que diferenzas hai entre os discursos e os contratos didácticos de dous profesores que implementan a mesma versión da unidade didáctica, en termos de apoiar a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado?; utiliza distintas rúbricas baseadas na revisión da literatura sobre análise do discurso (López e Jiménez, 2007; Kuhn, 1991; Mortimer e Scott, 2003), que se discuten con detalle en cada capítulo.

Para levar a cabo esta análise non resulta axeitado partir de categorías predeterminadas, senón que, como sinalan diversos autores (Hogan, 1999; Hogan e Maglienti, 2002; López e Jiménez, 2007; Kelly & Takao, 2002; Sandoval e Millwood, 2005, entre outros) estas emerxen nun proceso de interacción cos datos. O proceso seguido na análise do discurso pode resumirse nos seguintes pasos:

1) Recollida de datos (rexistro en vídeo e audio).

2) Transcrición literal dos rexistros de audio. Tomamos como unidade de análise o turno, sinalado polo cambio de persoa que fala, ou no seu caso, un fragmento do mesmo, cando nun turno se reflicten enunciados ou operacións distintas.

3) Observación de vídeo para analizar as interaccións e, especificamente as intervencións dos profesores na primeira sesión da unidade nos EC3 e 4.

4) Primeira lectura das transcricións. Pódese analizar este discurso en maior ou menor detalle nun continuo desde a unidade menor, que pode ser cada enunciado até as ideas ou temas principais do episodio (Gee, 2011). Eleximos como unidade de análise o episodio. De acordo con Gee (2005), cada episodio inclúe unha serie de turnos de palabra definidos pola actividade realizada ou a cuestión discutida. Seguindo a López e Jiménez (2007) consideramos que unha serie de turnos, incluso de distintas persoas, son parte dun mesmo argumento cando apoian unha mesma conclusión.

5) Asignación de categorías ás intervencións orais e ás accións dos estudantes dentro de cada episodio. Trátase de etiquetas interpretativas xa que aínda que pretendamos facer unha descrición o máis axustada posible aos datos,

trátase sempre dunha interpretación.

6) Refinamento das categorías mediante unha negociación entre os membros do equipo de investigación. En todos os casos chegouse a un acordo sobre as categorías negociando as diferenzas.

Resumindo, trátase dun proceso iterativo de análise de datos no que a construción das categorías ten lugar en interacción cos datos e a literatura. É dicir, as categorías non proceden só dunha revisión continuada dos datos, xa que na súa elaboración temos en conta estudos semellantes de análise do discurso e as ferramentas de análise xeradas neles.

Nos capítulos 5 a 9 desenvólvese en detalle cada unha das metodoloxías empregadas na análise dos datos correspondentes a cada pregunta de investigación.

II RESULTADOS

RESULTADOS

Os resultados da tese abórdanse en seis capítulos, nos capítulos 5, 6 e 7 discútnense os resultados do primeiro obxectivo de investigación; no capítulo 8 do segundo obxectivo, e no 9 do terceiro.

No cuarto capítulo abórdanse os resultados do proceso de deseño da unidade didáctica, que se enmarca na transposición didáctica (Verret, 1975; Chevallard, 1991). Discútnense os dous pasos da transposición: 1) do "coñecemento de referencia" ao coñecemento a ensinar", que deu como resultado a unidade didáctica; 2) do "coñecemento a ensinar" ao "coñecemento ensinado", resultado da implementación da unidade polos docentes.

No quinto, sexto e sétimo capítulo discútnense os resultados referentes ao primeiro obxectivo de investigación en tres contextos argumentativos:

No quinto no contexto de avaliación crítica dun enunciado, discutindo os resultados da actividade "Watson e a intelixencia". Abórdanse en primeiro lugar as operacións específicas de uso de probas neste contexto, e en segundo, a rúbrica construída para a análise de resultados, e as dificultades do alumnado no uso de probas.

No sexto no contexto de elección dunha explicación causal, discutindo os resultados da actividade "Os velocistas negros". Discútese a construción da rúbrica para avaliar a calidade de argumentos e os resultados da súa aplicación ás respostas escritas e as discusións orais do alumnado.

No sétimo no contexto de identificación de probas dunha teoría (Teoría da evolución), discutindo os resultados da actividade "Probas da evolución". Abórdase en primeiro lugar a identificación dos datos achegados como probas e

en segundo, a análise das xustificacións acerca de por que consideran estes datos como probas.

No octavo capítulo discútese os resultados referentes ao segundo obxectivo de investigación. Examínanse as posicións do alumnado nun espectro interacción – determinismo sobre a expresión dos xenes en dous contextos: 1) na avaliación crítica dun enunciado (actividade "Watson e a intelixencia"), e 2) na elección dunha explicación causal (actividade "Os velocistas negros").

No noveno capítulo, discútese os resultados do terceiro obxectivo. Analízase o discurso de dous profesores nas sesións da unidade mediante o concepto de textualización e enfoque comunicativo (Mortimer, 2003), e caracterízase o contrato didáctico creado nas dúas aulas.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DO PROCESO DE DESEÑO DA UNIDADE DIDÁCTICA

4.1 Introducción

Este capítulo presenta os resultados do proceso de deseño da unidade didáctica sobre uso de probas respecto á expresión dos xenes. Trátase dun proceso de deseño baseado na investigación (Knippels, 2002).

O capítulo divídese en catro apartados. No primeiro preséntase o enfoque teórico e metodolóxico empregado no deseño da unidade didáctica, a *transposición didáctica*. No segundo abórdase o primeiro paso da transposición: o proceso de transformación de coñecemento desde o "coñecemento de referencia" ao "coñecemento a ensinar". No terceiro preséntase a unidade didáctica incluíndo as actividades de aprendizaxe e os obxectivos específicos de cada unha delas. No cuarto discútese o segundo paso da transposición didáctica desde o "coñecemento a ensinar" ao "coñecemento ensinado".

Unha análise deste proceso é parte do capítulo de Puig e Jiménez-Aleixandre (2011), co título de: *Different music to the same score: teaching about genes, environment and human performances*, en Sadler (Ed), *Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research*.

4.2 A transposición didáctica

O deseño da unidade didáctica está enmarcado no enfoque da *transposición*

didáctica (Verret, 1975; Chevallard, 1991), unha teoría ou modelo que caracteriza o proceso de transformación de coñecemento desde a comunidade científica (coñecemento de referencia) á aula (coñecemento a ensinar). Este proceso consiste na transformación do saber científico nun saber adecuado para ensinar (Chevallard, 2000). De acordo con Chevallard, isto non significa que un obxecto de saber só se identifica como obxecto a ensinar a partir do momento en que o problema didáctico da súa transposición queda resolto. O traballo da transposición didáctica continúa despois da introdución didáctica do obxecto de saber (Chevallard, 2000, p.45).

Como indican Tiberghien et al. (2009), existen dous pasos na transposición didáctica (figura 4.1):

(1) Do coñecemento de referencia (*reference knowledge*) ao coñecemento a ensinar (*knowledge to be taught*), que se corresponde cos contidos do currículo, libros de texto ou das unidades didácticas.

(2) Do coñecemento a ensinar (*knowledge to be taught*) ao coñecemento ensinado (*taught knowledge*), resultado da implementación da unidade didáctica nunha aula concreta por parte dun profesor ou profesora.

Poderíamos dicir que o primeiro paso correspóndese co nivel de deseño da unidade didáctica, e o segundo co nivel de implementación. A figura 4.1 mostra os dous pasos da transposición.

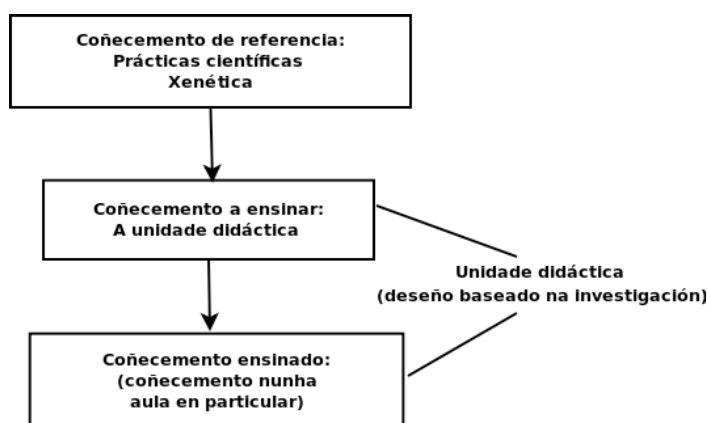


Figura 4.1. Esquema da transposición didáctica adaptada aos contidos desta unidade (Tiberghien et al., 2009)

O concepto de *transposición didáctica* serve para facer explícitos os pasos e as decisións tomadas no deseño da unidade didáctica. Trátase dun proceso baseado na investigación, o cal quere dicir que toma coma base a teoría e a práctica, que consiste en levar a cabo as distintas tarefas de aprendizaxe e ver se estas son axeitadas ou non (Knippels, 2002). O proceso de deseño desta unidade didáctica tivo lugar en dúas fases de investigación que permitiron analizar e identificar as dificultades que suscitaban as tarefas e modificalas co fin de melloralas.

4.3 Do coñecemento de referencia ao coñecemento a ensinar: primeiro paso da transposición didáctica

Neste apartado discútase o primeiro paso da transposición didáctica, a transformación do coñecemento de referencia en coñecemento a ensinar, que deu como resultado a unidade didáctica. O coñecemento de referencia constitúe o coñecemento científico de partida e inclúe dúas dimensións:

1) *A xenética*, en particular o modelo de expresión dos xenes e as súas conexións co determinismo biolóxico.

2) *As prácticas científicas de argumentación e uso de probas, e de modelización*. Estas dúas prácticas están relacionadas entre si xa que o proceso de avaliación e revisión de modelos faise en base ás probas dispoñibles (Berland e Reiser, 2009). Como se indica no traballo de Schwartz et al. (2009), os deseños efectivos na aprendizaxe das ciencias requiren considerar que aspectos da práctica dos expertos son útiles para o alumnado. Neste primeiro paso da transposición consideramos que interveñen tres elementos teóricos: *obxectivos, principios de deseño e revisión da literatura*; e tres prácticos: *análise de libros de texto e do currículo, estudo piloto e limitacións de tempo*, que se resumen na figura 4.2.

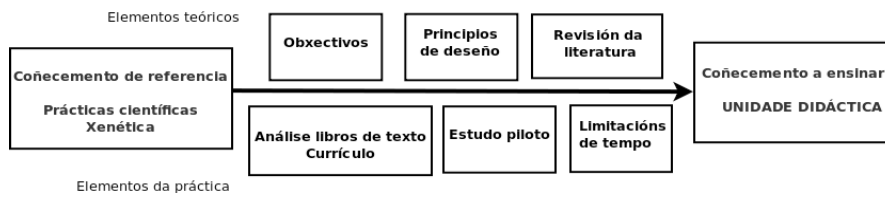


Figura 4.2 Primeiro paso da transposición didáctica.

Elementos teóricos: Obxectivos

A transformación do coñecemento de referencia en coñecemento a ensinar, non consiste nunha mera simplificación do coñecemento que se cingue a incorporar parte do coñecemento de referencia na unidade didáctica. Consiste nun proceso de transformación que se expresa na elección de tarefas de aprendizaxe que promovan a argumentación e uso de probas e a modelización, e a apropiación do modelo de expresión dos xenes mediante a súa aplicación a distintos contextos. A argumentación e o uso de probas, e a modelización forman parte das prácticas científicas. Concordamos con Andrée Tiberghien (2008) na necesidade de ir máis aló dos obxectivos da materia para que o coñecemento a ensinar (a unidade didáctica) permita a alfabetización científica e a formación cidadá do alumnado. Polo tanto esta unidade didáctica ten tres obxectivos. Os dous primeiros están relacionados coa formación científica do alumnado, e o terceiro coa cidadanía e o desenvolvemento do pensamento crítico:

1) Desenvolver a competencia de usar probas para avaliar conclusións; é dicir, para argumentar.

2) Aplicar o modelo de expresión dos xenes a problemas situados en contextos da vida real; dito doutro xeito, explicar fenómenos relacionados coa expresión dos xenes usando o coñecemento científico.

3) Desenvolver o pensamento crítico sobre o determinismo biolóxico; é dicir, avaliar de xeito crítico enunciados sobre as interaccións entre xenes e ambiente.

A continuación discútense como se empregaron estes obxectivos na transformación do coñecemento de referencia.

En canto ao primeiro obxectivo, deseñando ou seleccionando tarefas nas que se traballa o uso de probas. Tres das cinco tarefas: "Os velocistas negros", "Watson e a intelixencia", "Que pasará cos xemelgos?" (ver anexo 5), requiren a identificación e o uso de probas na avaliación de enunciados e construción de explicacións, é dicir na argumentación.

En canto ao segundo obxectivo, as tarefas: "Fenotipo e xenotipo das persoas" e "Cociñar rosquillas" (ver anexo 5), demandan a modelización da expresión dos xenes.

En canto ao terceiro obxectivo, dúas tarefas: "Velocistas negros", "Watson e a intelixencia", relaciónanse coas representacións sociais sobre o determinismo.

Todas estas requiren a aplicación do modelo de expresión dos xenes a contextos reais por parte do alumnado

Elementos teóricos: Principios de deseño

Están relacionados cos tres obxectivos e están baseados na proposta de Jiménez-Aleixandre (2008) para deseñar ambientes de aprendizaxe que axuden a promover a argumentación. A continuación discútese como tres destes principios: (1) o papel dos estudantes, (2) o papel do docente, (3) as actividades de aprendizaxe, inflúen no proceso deseño da unidade didáctica.

(1) Papel activo das e dos estudantes: Todas as actividades requiren un papel activo por parte do alumnado. Trátase de tarefas nas que o alumnado ten que mobilizar as competencias de uso de probas e a modelización. Por exemplo, na tarefa 1, "Fenotipo e xenotipo das persoas", adaptada de "Take two people" (Dixon, 1982), de construción dun modelo sobre as relacións entre o xenotipo e o fenotipo, os alumnos precisan mobilizar os conceptos de xenética introducidos polo docente na primeira sesión. Na tarefa 2, "Velocistas negros", precisan relacionar distintas probas cun enunciado sobre as causas que explican os logros dos velocistas negros en atletismo.

(2) O papel do docente como mediador: De acordo con Sensevy (2007), a acción didáctica é unha produción conxunta baseada na comunicación que ten lugar entre o docente e os seus alumnos e alumnas. Polo tanto, o papel do docente é o de guía ou mediador do coñecemento a ensinar. No capítulo 9 preséntanse os

resultados da análise desta acción didáctica nas dúas aulas nas que se levou a cabo a unidade didáctica.

(3) Actividades de aprendizaxe en contextos da vida real: As tarefas sitúanse na vida real. Por exemplo, na tarefa “Os velocistas negros”, relacionada co uso de probas, o alumnado ten que elixir a mellor explicación causal aos logros en atletismo dos velocistas negros. En canto ao modelo de expresión dos xenes, a actividade sitúase nun contexto real que require a aplicación deste modelo para explicar a influencia do ambiente no desempeño en atletismo.

Sobre a organización da clase, en todas as actividades da unidade o alumnado traballa en pequeno grupo, seguindo un enfoque de aprendizaxe cooperativa. Os estudantes deben prestar atención aos distintos puntos de vista dentro do grupo co obxectivo de chegar a un acordo e co-construír argumentos en base ás probas achegadas.

Elementos teóricos: Revisión da literatura

A revisión da literatura científica sobre aprendizaxe en xenética ten dous obxectivos. Por unha banda, tratar de identificar os problemas de aprendizaxe en xenética que necesitan ser tratados na aula. Por exemplo, entender as relacións de interacción xenes – ambiente. E por outra, localizar propostas de actividades de aprendizaxe para poder incorporalas no deseño da unidade didáctica. Neste caso incluíronse na unidade didáctica dúas tarefas de modelización deseñadas por Dixon (1982, adaptada por Jiménez Aleixandre, 1990a) e Johnson (1991). As ideas principais que emerxen desta revisión da literatura discutíronse no capítulo 2.

Neste primeiro paso da transposición didáctica participan tamén tres elementos da práctica: *a análise dos libros de texto e do currículo*, *o estudo piloto* e *o tempo dispoñible* polo docente para poder levar a cabo a unidade didáctica. A continuación discútense cada un deles.

Elementos da práctica: Análise dos libros de texto e do currículo

Para a elaboración das actividades da unidade didáctica, fíxose unha revisión dos libros de texto e do currículo de Bioloxía e Xeoloxía de 4º de ESO. Eliximos este curso porque é o primeiro no que se estuda a xenética en ciencias. Correspóndese

cos estudos de caso EC3 e 4.

Abordamos en primeiro lugar a análise dos libros de texto, e en segundo lugar a do currículo. Examinamos como introducen os libros de texto o modelo de expresión dos xenes e se abordan ou non a cuestión do determinismo biolóxico. Para isto analizamos o contido de dous capítulos de xenética, *xenética molecular* e *xenética mendeliana*, nun total de cinco libros de texto. Dous libros: LT1 (Anaya) e LT2 (Santillana), foron seleccionados por ser utilizados polos catro profesores que levaron a cabo a unidade didáctica, correspondendo tamén a dous dos máis utilizados en Galicia e España, ás editoriais de máis penetración. Os tres restantes (LT3, SM; LT4, Xerais; LT5, McGraw Hill), incluíronse co propósito de ter unha mostra representativa que nos permitise ter unha idea de como se trata este tema na aula de ciencias. Os datos destes libros aparecen recollidos no anexo 1.

En concreto analizamos catro dimensións: (a) a definición de fenotipo; (b) exemplos da influencia do ambiente na expresión dos xenes; (c) preguntas e actividades que requiren a aplicación da noción de fenotipo; (d) referencias ao determinismo ou a noción de “razas” humanas. Os resultados resúmense na táboa 4.1

Dimensións	Libros de texto (N=5)
Definición de fenotipo	
- <i>Resultado da interacción xenes-ambiente</i>	4
- <i>Resultado da expresión dos xenes</i>	1 (LT3)
Exemplos da influencia do ambiente	5
Actividades e cuestións que requiren a aplicación do concepto de fenotipo	1 (LT2) (de 8 actividades)
Referencias ao determinismo e as “razas”	2 (LT2, LT3)

Táboa 4.1 Resultados da análise de cinco libros de texto de 4º de ESO.

(a) Definición de fenotipo: examinamos se o fenotipo aparece definido como o resultado das interaccións entre xenes e ambiente ou só como a expresión dos xenes. Os resultados son que catro libros de texto definen o fenotipo como o resultado dunha interacción entre os xenes e o ambiente, e un libro (LT3), só como o resultado da expresión dos xenes: “*Os xenes que un individuo posúe para un carácter constitúen o seu xenotipo (AA, Aa ou aa) e a expresión dese xenotipo*”

denomínase fenotipo” (LT3, p. 28).

(b) Exemplos da influencia do ambiente na expresión dos xenes, examinando o número de exemplos e a extensión: os libros de texto dedícanlle pouco espazo a este aspecto. Tres libros achegan dous exemplos (LT1, LT3, LT4), e os outros dous só un exemplo (LT2, LT5). En total, nos cinco libros de texto, encontramos cinco exemplos distintos: a estatura humana, a obesidade, a cor de ollos, a cor do pelame en animais (coello, ratos, gatos) e o desenvolvemento muscular.

Dous libros de texto (LT1, LT2) presentan a estatura como un exemplo da influencia dos factores ambientais, en particular, da nutrición. “[...] *A estatura é un carácter herdado, xa que os pais altos adoitan ter fillos que tamén son altos, pero a alimentación inflúe decisivamente nese carácter*” (p.32, LT2). E o desenvolvemento muscular explícase en dous libros de texto (LT1, LT3) como resultado do adestramento.

(c) Actividades e cuestións que requiren a aplicación do modelo de fenotipo: en total nos cinco libros de texto hai oito preguntas ou actividades relacionadas coa xenética. Cinco son problemas de *xenética mendeliana* que requiren usar a táboa de Punnett, malia non aplicar o modelo de expresión dos xenes en distintos contextos. Neste senso concordamos con Stewart (1983), quen sinala que resolver este tipo de problemas non require necesariamente unha comprensión axeitada dos contidos de xenética. Encontrouse unicamente unha cuestión no LT2 (Santillana) que require entender a influencia do ambiente na expresión dos xenes: *Poden dous individuos con distinto fenotipo mostrar o mesmo xenotipo?* (p.55). O resto de cuestións están relacionadas coa herdanza ou transmisión de caracteres de pais a fillos.

(d) Referencias ao determinismo e as “razas”: a análise indica que mentres todos os libros de texto abordan algunhas das implicacións sociais relacionadas coa biotecnoloxía e a enxeñería xenética (organismos transxénicos, clonación, probas de ADN, etc), unicamente dous, LT2 e LT3, mencionan ás “razas” e o racismo. No entanto, ningún destes trata de xeito explícito o determinismo

biolóxico e as súas conexións co modelo da expresión dos xenes. O LT2, menciona as similitudes xenéticas humanas e utiliza este argumento para xustificar a falta dunha base científica para falar de “razas” humanas: *“Os seres humanos somos moi semellantes. O 99.9% dos datos xenéticos, son comúns a todas as persoas, polo que non existe base xenética para o concepto de “raza”* (p.42).

O LT3 discute tres cuestións nunha sección titulada: “Diversidade e Racismo”. Primeiro discute a idea de ‘razas’ como categorías que permiten clasificar aos seres humanos:

"A observación de persoas que viven en diferentes rexións da Terra permite apreciar diferencias indiscutibles entre unhas e outras. A máis evidente de todas é, sen dúbida a cor de pel, que antigamente se utilizaba para distinguir tres razas na especie humana: branca, negra e amarela. ¿Significa isto que un individuo é distinto doutro? (...)" (p. 23).

En segundo lugar, fai fincapé nas diferenzas individuais entre as persoas: *Non existen dúas persoas totalmente idénticas, aínda que tampouco diferentes en todo.* E en terceiro lugar, afirma que o racismo é un problema social e non científico. Aínda que é interesante que este texto trate o problema das “razas”, non explica que as “razas” non existan como categorías xerárquicas nun senso biolóxico, e tampouco conecta este problema co determinismo biolóxico.

Resumindo, a análise dos cinco libros de texto revela que todos os libros, agás un, definen correctamente a noción de fenotipo. En todos eles dedícaselle pouco espazo a explicar e fornecer exemplos da influencia do ambiente na expresión dos xenes. Como indica Toulmin (1972), só entendemos o significado científico de determinados conceptos cando somos quen de aplicar estes. Se non se lle solicita ao alumnado aplicar o modelo de expresión dos xenes a determinados contextos, non é posible coñecer se o alumnado realmente entende o modelo de expresión dos xenes. Sobre o determinismo biolóxico, dous libros de texto mencionan a cuestión das “razas”, porén non o relacionan co determinismo.

A análise do currículo de Bioloxía e Xeoloxía de 4º de ESO (Xunta de Galicia, 2007), indica que non se lle presta especial atención á noción de fenotipo dentro dos contidos de xenética. A única referencia ao fenotipo nos criterios de avaliación refírense á capacidade do alumnado para distinguir os conceptos básicos de xenética e para resolver problemas de xenética mendeliana: "*Trátase de avaliar se o alumnado é capaz de diferenciar conceptos básicos da xenética e resolver exercicios sinxelos calculando porcentaxes xenotípicas e fenotípicas dos descendentes, recoñecendo nestes o seu carácter aleatorio [...]*" (p. 66).

En relación ás implicacións sociais da xenética, o currículo pon especial atención na capacidade do alumnado para analizar de xeito crítico os beneficios e os riscos da biotecnoloxía:

"Valorarase se é capaz de utilizar os seus coñecementos para elaborar un criterio propio sobre as repercusións sanitarias e sociais dos avances do coñecemento do xenoma e analizar, desde unha perspectiva social, científica e ética, as vantaxes e inconvenientes da moderna biotecnoloxía (terapia xénica, alimentos transxénicos, etc)" (Xunta de Galicia, 2007, p. 66)

Isto resulta interesante, no entanto chama a atención que non se mencione a cuestión do determinismo biolóxico. Isto é unha mostra da coherencia que hai entre os libros de texto e o currículo.

Esta análise permítenos concluír que os libros de texto, utilizados como recurso principal na aula, proporcionan ao docente e aos alumnos definicións axeitadas sobre fenotipo (agás un dos cinco libros analizados). Porén, non resultan suficientes en canto a actividades de aplicación do modelo de expresión dos xenes. Isto ten como consecuencia na transposición didáctica, a necesidade de deseñar ou seleccionar tarefas deste tipo no deseño da unidade didáctica.

Elementos da práctica: Estudo piloto

Os resultados do estudo piloto, levado a cabo nunha aula de 3º de ESO (N=24) e discutidos no capítulo 5, mostraban que os estudantes tiñan dificultades en

identificar probas da interacción xenes – ambiente (Puig e Jiménez Aleixandre, 2010). Isto influíu no deseño da unidade didáctica en tres aspectos:

(1) Cómpre dedicarlle máis tempo ao modelo de expresión dos xenes, incluíndo exemplos concretos da influencia do ambiente na expresión dos xenes en distintos contextos.

(2) É preciso deseñar actividades que requiran do alumnado o uso de probas e modelización sobre as relacións xenotipo – fenotipo.

(3) É preciso modificar algúns ítems da tarefa de Watson do estudo piloto (ver anexo 2). En particular, o ítem 1 sobre "atletismo", xa que foi o que resultou máis difícil de entender para o alumnado.

Elementos da práctica: Limitacións de tempo

O terceiro elemento que intervéñ no primeiro paso da transposición didáctica, é o tempo dispoñible para levar a cabo a unidade didáctica. O propósito inicial era deseñar unha unidade didáctica de 6–8 sesións distribuídas ao longo de dúas semanas ou tres. Isto non foi posible debido a que o profesorado só contaba con 4–5 sesións. Como indican Jiménez Aleixandre e Sanmartí (1995), a redución dun tercio no número de horas de ciencias no currículo de España nas últimas décadas, non implicou unha redución dos contidos do currículo. Isto constitúe unha limitación para o profesorado, tendo problemas para poder cubrir os obxectivos e contidos da materia en tan pouco tempo.

Debido a estas limitacións de tempo, as tarefas da unidade didáctica tiveron que ser adaptadas ao número de sesións dispoñibles por cada un dos profesores que participan nesta investigación.

4.4 O coñecemento a ensinar: A unidade didáctica

O coñecemento a ensinar é a unidade didáctica, resultado do primeiro paso da transposición didáctica. Tendo en conta os elementos teóricos e empíricos presentados na figura 4.2, e as limitacións de tempo para levar a cabo a unidade didáctica, despois dunha negociación cos profesores, decidimos desenvolver a

unidade en cinco sesións (seis incluíndo a avaliación). A primeira, para a explicación de conceptos de xenética e a introdución do modelo de expresión dos xenes, e as catro restantes para levar a cabo as actividades. Dúas actividades son adaptadas doutras xa existentes (sesións 2 e 5), e outras tres foron deseñadas pola investigadora e a directora do traballo (sesións 3 e 4, actividade de avaliación). A táboa 4.2 resume as tarefas e o tipo de actividades que se tratan en cada unha delas. A continuación preséntanse cada unha das actividades especificando os seus obxectivos; son discutidas con máis detalle no capítulo de resultados. O anexo 5 recolle o guión das actividades tal e como se entregou ao alumnado. A unidade didáctica está publicada en: Puig, Bravo e Jiménez Aleixandre (2012). *Argumentación na aula: Dúas unidades didácticas*. Santiago de Compostela: Danú. [hai tres versións: galego, castelán e inglés].

Sesión/ estudo de caso (EC)	Tarefa	Tipo de actividade e desempeño do alumnado	Conceptos de xenética
1 EC 3, 4	Explicación polo profesor	Explicación de conceptos básicos de xenética por parte do profesor	Xenes e alelos, dominante, recesivo; fenotipo e xenotipo, heterocigoto, homocigoto
2 EC 1, 3, 4	Fenotipo e xenotipo das persoas (adaptada de Dixon, 1982, <i>Take two people</i>)	Relacionar modelización e argumentación; realizar unha tarefa de modelización	Xenes e alelos; dominante, recesivo; relacións xenotipo-fenotipo; homocigoto, heterocigoto
3 EC 3, 4	Velocistas negros	Identificar probas que apoian un determinado enunciado; elixir explicacións causais en base ás probas	Interaccións xenes-ambiente; factores ambientais; relacións xenotipo-fenotipo
4 EP EC 1, 3,4	Watson e a intelixencia	Avaliar un enunciado á luz das probas, desenvolver pensamento crítico	Relacións xenotipo - fenotipo; determinismo
5 EC 1, 3, 4	Cociñar Rosquillas (adaptada de Johnson, 1991, <i>The doughnuts analogy</i>)	Modelizar a influencia do ambiente na expresión dos xenes	Modelo de interacción xenes-ambiente; relacións xenotipo-fenotipo
Avaliación EC3, 4	Que pasará cos xemelgos?	Predecir resultados nun novo contexto; relacionar causas e efectos	Interacción xenes-ambiente

Táboa 4.2 Resumo das actividades da unidade didáctica. EC: estudo de caso; EP: estudo piloto.

Actividade 1. *Fenotipo e xenotipo das persoas*

Esta actividade desenvólvese na segunda sesión da unidade didáctica (ver táboa 4.2). Nela, o alumnado traballa en pequeno grupo e faise unha posta en común ao final da tarefa. O obxectivo é modelizar as relacións entre o xenotipo e o fenotipo, implicando ao alumnado na modelización dun cruce de varios caracteres humanos. Utiliza a actividade de Jiménez Aleixandre (1990a) adaptada da de Dixon (1982), que introduce cambios como: a) a *construción de modelos* por parte do alumnado (e non polo docente); b) o *intercambio de modelos* entre grupos,

solicitándolles que formulen hipóteses sobre posibles xenotipos correspondentes ao fenotipo representado. A tarefa require que o alumnado participe nas prácticas científicas da modelización e argumentación, no senso de construír, usar e interpretar modelos, e argumentar.

Unha das principais dificultades de aprendizaxe en xenética é a comprensión dos conceptos de xenética (xenes, alelos, gametos, entre outros) pola súa natureza abstracta e debido a que son difíciles de visibilizar. Esta tarefa aborda as dificultades do alumnado para entender os conceptos e modelos de xenética. Pensamos que a modelización é útil xa que por exemplo permite visualizar a existencia de dous alelos para cada característica. A existencia de dúas series de material xenético, os xenes e os cromosomas, é unha cuestión central no modelo. No entanto, os estudos sinalan que unha proporción de alumnos non aplica de xeito consistente esta idea, incluso ao remate da educación secundaria obrigatoria (Duncan et al., 2009). Os obxectivos específicos da actividade son:

- (1) Modelizar e visualizar as relacións xenotipo – fenotipo.
- (2) Modelizar e visualizar a existencia de dúas series de xenes.
- (3) Modelizar e visualizar o papel do azar na produción de gametos.
- (4) Formular hipóteses sobre posibles xenotipos correspondentes aos fenotipos.

A tarefa consiste en que os alumnos constrúan un modelo de xenotipo e fenotipo para catro caracteres (por exemplo, cor de ollos, cor de pelo, lóbulo das orellas, sexo) dunha parella de individuos. Para representar os fenotipos utilizan lápices e rotuladores de cores e para os alelos empregan cartóns de cores.

A actividade desenvólvese en tres partes. A primeira parte da tarefa consiste en construír o modelo de fenotipo destes catro caracteres nunha parella de individuos. Os "fenotipos" débúxanse sobre dous sobres brancos, un para cada individuo. No interior destes sobres inclúense os seus "xenotipos" correspondentes en cartóns de cores.

A segunda parte consiste no intercambio de parellas entre os grupos. Cada grupo intercambia a súa parella (dous sobres) con outro grupo e ten que formular distintas hipóteses acerca dos posibles xenotipos da nova parella á vista dos seus fenotipos.

Na terceira parte, faise un cruce de parellas e modélase deste xeito o proceso de cruzamento de caracteres humanos, co obxectivo é modelizar e visualizar o papel do azar.

Actividade 2. Os velocistas negros

Esta actividade desenvólvese na terceira sesión da unidade didáctica (ver táboa 4.2). Os obxectivos específicos son:

- a) Aplicar o modelo de expresión dos xenes a un contexto real.
- b) Avaliar e identificar que informacións son probas e como están relacionadas coas distintas explicacións causais .
- c) Conectar as probas coas explicacións mediante xustificacións. Dito doutro xeito, construír argumentos para apoiar a mellor explicación causal en base ás probas dispoñibles.

A argumentación pode ter lugar en distintos contextos (Jiménez-Aleixandre, 2010). Neste caso trátase da elección dunha explicación causal en base ás distintas probas. A actividade require que o alumnado interprete un fenómeno situado nun contexto real, os logros en atletismo dos velocistas negros:

Desde os Mundiais de atletismo de Roma de 1987, onde tres atletas brancos alcanzaron a final de 100 m lisos, os velocistas de cor negra coparon todos os postos das finais nas Olimpíadas e Mundiais

Danse distintas explicacións a estes logros:

- A) isto é consecuencia dos seus xenes.
- B) é debido á influencia de factores como alimentación, adestramento, etc.
- C) é unha combinación de A e B.

Os alumnos precisan articular o uso de probas co modelo de expresión dos xenes. A tarefa inclúe tres preguntas que tratan distintas dimensións relacionadas

co uso de probas e oito informacións.

Pregunta 1: "Dos datos que tes á túa disposición di cales apoian A, cales B e cales C?". Solicita *relacionar* cada unha das oito informacións achegadas (anexo 5) coas tres explicacións causais. Isto require que o alumnado identifique cal apoia a influencia dos xenes e cal a do ambiente.

Pregunta 2: "Elix a mellor explicación e xustifica a túa elección en base aos distintos datos proporcionados". Solicita *elixir* unha das tres explicacións en base ás informacións. Para facer isto o alumnado ten que *seleccionar probas axeitadas e integrais* na explicación.

A pregunta 3: "Dos datos proporcionados, cales pensas que son probas e por que?". Require decidir que datos constitúen probas e que o xustifiquen. Esta dimensión relaciónase co meta-coñecemento sobre o uso de probas, é dicir, o coñecemento sobre o papel e a natureza das probas, sobre os criterios epistémicos para avaliar o coñecemento, para diferenciar entre enunciados sustentados por probas e opinións.

A tarefa implica unha dimensión socio-científica: as representacións sociais sobre o determinismo en relación ás "razas" humanas; de tal xeito que un dos obxectivos é o desenvolvemento do pensamento crítico sobre estas representacións.

O alumnado traballa cun conxunto de datos, oito informacións (anexo 5) recollidas de noticias de distintos xornais co propósito de reproducir un contexto cercano para o alumnado. Algúns textos foron adaptados e outros reproducidos literalmente ou con algunhas aclaracións. Representan distintos tipos de información, tanto polo seu estatus epistemolóxico ou en que medida están sustentadas en probas, como polo tipo de factores que contribúen no desempeño en atletismo dos velocistas negros, apoiando unha ou máis das tres opcións. A táboa 4.3 reflicte o status epistemolóxico e as explicacións (a: xenes, b: ambiente, c: interaccións xenes – ambiente) que son apoiadas por cada unha das oito informacións.

Informacións	Estatus epistemolóxico	Explicación que apoia
1. <i>Lonxitude pernas</i>	Enunciado sustentado en datos	xenes
2. <i>Ñame</i>	Opinión ou crenza	ambiente
3. <i>Xene do deporte</i>	Enunciado sustentado en datos	xenes
4. <i>Proteína ECA</i>	Enunciado sustentado en datos	xenes
5. <i>Roupa e calzado de alta tecnoloxía</i>	Enunciado sustentado en datos	ambiente
6. <i>Rutas en barco dos escravos</i>	Hipótese	interacción xenes-ambiente
7. <i>Illa dos sprinters</i>	Opinión ou crenza	xenes
8. <i>Medallistas olímpicos</i>	Datos públicos	interacción xenes-ambiente

Táboa 4.3 Estatus epistemolóxico e explicación que apoian as oito informacións.

Sobre o seu status epistemolóxico, se están máis próximas a meras opinións ou a enunciados sustentados en probas: cinco correspóndense con enunciados sustentados en datos que proceden, ou ben, de estudos científicos (segundo o que di cada información), como 1) lonxitude das pernas; 3) o xene do deporte; 4) a proteína ECA; 5) roupa e calzado de alta tecnoloxía, ou de bases de datos públicas, 8) Medallistas olímpicos. Unha das informacións, 6) As rutas en barco dos escravos, correspóndese cunha hipótese baseada nun razoamento. Dúas, 2) ñame e 7) illa dos sprinters, correspóndense máis con opinións ou crenzas, alomenos tal e como están presentadas. Por exemplo, a 7) podería pasar a ser unha proba se esta incluíse datos sobre o xene ACTN3 e a lonxitude das pernas.

A pregunta 3 examina se os estudantes son quen de facer estas distincións. Sobre o tipo de factores que contribúen ao desempeño dos velocistas negros catro fan referencia á xenética; dúas ao ambiente, e outras dúas a unha combinación de ambas. Hai que salientar que as informacións que apoian a opción a e b tamén poderían ser empregadas polo alumnado para apoiar a opción c, unha combinación de xenes e ambiente.

O deseño inicial estaba pensado para levar a cabo esta actividade ao longo de dúas sesións. Por limitacións de tempo nun centro, Vila (EC3), tívose que

reducir o número de informacións a seis en lugar de oito.

Actividade 3. *Watson e a intelixencia*

Esta actividade desenvólvese na cuarta sesión da unidade. O obxectivo é avaliar un enunciado científico á luz das probas. Poderíamos dicir que, en relación coa actividade 2, *Os velocistas negros*, que parte de datos, aquí o proceso é o contrario: ir do enunciado ás probas (que o sustentan), contrastando o enunciado coas probas.

O enunciado que os estudantes teñen que avaliar é unha afirmación durante unha entrevista a James Watson (JW) no *Sunday Times* en outubro de 2007:

O 14 de outubro de 2007 o especialista en xenética James Watson, premio nobel en 1962 polo descubrimento da estrutura do ADN declarou ao Sunday Times que os negros son menos intelixentes que os brancos. “Quen trata con empregados negros saben que isto [que todas as persoas son iguais] non é certo”. Afirmou asimismo que nuns dez anos se poderían identificar os xenes responsables das diferenzas en intelixencia.

Co obxectivo de favorecer a avaliación deste enunciado por parte do alumnado, incluímos dous ítems relacionados coa influencia do ambiente nos desempeños das persoas. No estudo piloto (Puig e Jiménez Aleixandre, 2010) incluíronse catro ítems, un coa táboa de medallistas citada na tarefa anterior e, debido complexidade deste ítem, a tarefa dividiuse logo noutras dúas. Solicitouse ao alumnado:

1) Podes resumir a afirmación de JW nas túas propias palabras? (para comprobar que o alumnado entende o significado do enunciado).

2) Examina as seguintes informacións e indica se apoian, refutan ou non se relacionan coas afirmacións de JW.

3) Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar que JW: a) leva razón ou b) que non leva razón.

O enunciado de Watson é un exemplo do determinismo, neste caso en relación ás "razas" humanas. Para levar a cabo a tarefa, o alumnado precisa:

1) Identificar o enunciado sobre a intelixencia como un caso relacionado co modelo de expresión dos xenes.

2) Conectar cada unha das informacións co enunciado, noutras palabras, identificar pautas nas informacións achegadas.

3) Identificar os criterios relevantes de identificación de probas, necesario para levar a cabo as operacións 1) e 2). Esta terceira dimensión está relacionada co meta-coñecemento ou o coñecemento sobre o papel e a natureza das probas.

Esta tarefa formou parte do estudo piloto e foi despois reelaborada de acordo aos resultados obtidos (Puig e Jiménez-Aleixandre, 2010). A continuación explicanse os cambios feitos ao longo da investigación.

- Primeira fase de investigación (EC1): A actividade inclúe en primeiro lugar, as declaracións de Watson; en segundo lugar, unha breve explicación do enunciado de Watson como exemplo do determinismo biolóxico; e dous ítems: *item 1, a estatura; item 2, atletismo*. Os cambios realizados con respecto ao deseño orixinal da proba piloto consistiron en:

1) Reformular o enunciado de Watson co obxectivo de que sexa máis doado de entender para o alumnado:

O 14 de outubro de 2007 o especialista en xenética James Watson, premio nobel en 1962 polo descubrimento da estrutura do ADN declarou ao Sunday Times que os negros son menos intelixentes que os brancos debido a diferenzas nos seus xenes. Afirmou asimesmo que nuns dez anos se poderían identificar estes xenes responsables das diferenzas en intelixencia.

2) Incluír unha breve explicación do determinismo biolóxico e a súa relación co enunciado de JW:

A afirmación de Watson de que as diferenzas en intelixencia entre brancos e negros se deben aos xenes, é un exemplo do que se coñece como determinismo biolóxico: a idea de que o desempeño das persoas depende en exclusiva da súa información xenética. Moitos outros científicos e científicas pensan que o desempeño das persoas depende da interacción entre a súa información xenética e as condicións ambientais (alimentación, condicións sanitarias, educación...).

3) Modificar os ítems:

- Elimínanse dous ítems da proba piloto. O ítem 3 *nutrición*; por resultar demasiado obvio para o alumnado e o ítem 4 *gatos*; pola súa dificultade.

Item 3: *Diversos estudos en Arxentina e outros países latinoamericanos mostran a relación entre nutrición infantil e desenvolvemento intelectual. Nos nenos que sofren desnutrición crónica (fame) e anemia até os 2 anos o rendemento intelectual na escola diminúe, non se concentran, repiten curso, e teñen problemas coa linguaxe. Parte da explicación pode ser que o cerebro pesa uns 350 g ao nacer e, con adecuada nutrición, debe aumentar até 900 g aos 14 meses.*

Item 4: *Os neurocientíficos Wiesel e Hubel, premios nobel de medicina en 1981, mostraron que cosendo as pálpebras dun ollo en gatos acabados de nacer (impedindo que o abrisan durante varios meses), ao descoselas os gatos ficaban cegos dese ollo. Os órganos visuais estaban intactos, mais as conexións nerviosas no cerebro non se establecían, sendo imposibles de recuperar.*

- Inclúese un novo ítem: *estatura*, sobre o aumento da estatura na poboación galega masculina nas últimas xeracións:

Item 1: "Variacións de estatura na poboación galega masculina"

Existen series de datos de estatura dos varóns desde hai moitos anos, debido a que se tallaban aos 19 anos para o servizo militar obrigatorio. Na táboa recóllense os resultados dun estudo do profesor Rafael Tojo da Universidade de Santiago de Compostela sobre a evolución da estatura media dos varóns galegos desde 1935.

Ano / talla media	1935	1980	2005
	163 cm	170cm	175cm

Rafael Tojo Sierra, Unidade de Investigación en Nutrición e Desenvolvemento humano.

Obsérvase na táboa que a estatura media aumentou doce centímetros desde 1935 e, como di o profesor Tojo, aumentou cinco centímetros nos últimos 25 anos.

Decidimos incluílo por dúas razóns: (a) constitúe un dos exemplos máis citados nos libros de texto de bioloxía e xeoloxía para explicar a noción de fenotipo; (b) existen autores, como Diehl e Donnelly (2008), que explican este

aumento da estatura como unha consecuencia da evolución: “Everybody knows that people are now taller than their grandparents or great grandparents. This is evidence for evolution (Diehl e Donnelly, 2008, p.59).

- Modifícase un ítem: atletismo: o cambio consiste en incluír unha táboa con información sobre os gañadores de medallas de ouro en atletismo en 100 metros lisos masculinos nos seis xogos olímpicos de 1984 a 2004 e a continuación, presentar dúas informacións adicionais, a) sobre as diferencias nas fibras de actina entre atletas de Escocia e Xamaica; b) facendo fincapé en que ningún deles fora adestrado en África:

Na táboa figuran os gañadores das medallas de ouro de atletismo en 100 m masculinos nos seis xogos olímpicos de 1984 a 2004. Todos eles son atletas que teñen a pel de cor negra, catro nados e entrenados nos Estados Unidos, e dous nados en Jamaica, mais emigrados de nenos a Inglaterra ou Canadá, onde foron entrenados.

Xogos olímpicos	Medalla de ouro / país	Cor da pel	Nacido en	Educado/ entrenado en
Los Angeles 1984	Carl Lewis Estados Unidos	negra	Alabama Estados Unidos	Estados Unidos
Seúl 1988	Carl Lewis Estados Unidos	negra	Alabama Estados Unidos	Estados Unidos
Barcelona 1992	Linford Christie Reino Unido	negra	Jamaica	Inglaterra desde os 7 anos
Atlanta 1996	Donovan Bailey Canadá	negra	Jamaica	Canadá desde os 13 anos
Sidney 2000	Maurice Greene Estados Unidos	negra	Kansas, Estados Unidos	Estados Unidos
Atenas 2004	Justin Gatlin Estados Unidos	negra	New York, Estados Unidos	Estados Unidos

Algunha información adicional:

- Nunha comparación entre atletas de Escocia (blancos) e Jamaica (negros), encontrouse que os segundos teñen un 40% máis de fibras de actina (de contracción rápida) que os primeiros. Estas fibras son importantes nos esforzos de alta intensidade.
- Ningún destes medallistas olímpicos foi entrenado ou viviu en países de África.

Na tarefa solicítaselle ao alumnado:

1) *Creo que: (a) son datos a favor da afirmación de JW; (b) son datos en contra da afirmación de JW; (c) Non se relacionan. Explica a túa elección,*

indicando que probas darías para convencer a unha persoa que pensase o contrario.

2) Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar: a) que James Watson leva razón ou b) que non leva razón.

- Segunda fase de investigación (EC 3, 4): só lle pedimos ao alumnado responder a (b), é dicir, achegar probas a favor ou en contra do enunciado. O motivo polo que decidimos eliminar a primeira parte da tarefa, a avaliación das informacións, é examinar a capacidade crítica do alumnado para avaliar o enunciado mobilizando o aprendido ao longo da unidade didáctica. Dito doutro xeito, ver se o alumnado é quen de aplicar o modelo de expresión dos xenes e construír argumentos mobilizando ás probas de interacción usadas nas actividades anteriores.

Actividade 4. Cocíñar Rosquillas

É unha tarefa de modelización que ten como obxectivo promover a visualización da influencia do ambiente na expresión dos xenes. Desenvólvese na última sesión da unidade. No EC4, por limitacións de tempo, levouse a cabo na mesma sesión que a de Watson, ao final da sesión 4.

A tarefa foi tomada de Sue Johnson (1991), *Food for Thought: The cookie analogy*, do Center for Biology Education, da Universidade de Wisconsin¹. Fíxose unha pequena adaptación: emprega receitas de rosquillas (fritidas ou ao forno), en lugar de galletas, e algúns cambios nas preguntas. Empregamos tres receitas de rosquillas que poden ser fritidas ou ao forno (dous ambientes distintos), o cal resulta axeitado para a analoxía.

Utiliza unha analoxía para apoiar a comprensión das relacións entre xenotipo e fenotipo e a influencia do ambiente. Como sinala a autora, utilízase o familiar (a relación entre as receitas de rosquillas e as rosquillas) para explicar o que non é familiar (as relacións entre xenotipo e fenotipo).

Na elección de receitas de rosquillas, hai que ter en conta unha característica

¹ http://cbe.wisc.edu/cbe_pubs/cookie_analogy.html

que suxire Johnson: dúas aparencias similares (fenotipo) con distintas receitas (xenotipo); no noso caso rosquillas fritidas de anís e limón. Nos engadímoslle o caso inverso: dúas (receitas 1 e 2) coa mesma receita (ingredientes), mais distinta preparación fritidas e ao forno, o que orixina distinta aparencia. Entrégaselle ao alumnado as receitas das rosquillas (ver anexo 3) para que as cociñen na casa a fin de semana previa á sesión. A tarefa desenvólvese en pequenos grupos, e cada grupo debe ter rosquillas feitas coas catro receitas. Na primeira parte da tarefa solicítase ao alumnado observar as rosquillas feitas coa *mesma receita* e explicar as semellanzas e diferenzas entre elas:

Parte I: Bota as túas rosquillas nun prato e colócao co resto de pratos de rosquillas cociñadas coa mesma receita. (Por favor, non as probes)

- 1) Cociñáronse todas as rosquillas coa mesma receita? Parécenche todas as rosquillas cociñadas coa mesma receita idénticas?
- 2) Indica as *semellanzas* entre as rosquillas do mesmo prato. Sinala as *diferenzas* entre elas.
- 3) De *todos os pratos con rosquillas cociñadas coa mesma receita*, son todas idénticas?
- 4) Sinala as *semellanzas* que observes entre elas. Sinala as *diferenzas* que observes entre elas.

Na segunda parte os alumnos teñen que intercambiar as rosquillas con outros grupos co obxectivo de ter unha variedade de rosquillas cociñadas coa mesma receita nos distintos grupos. Solicítaselles esta comparación:

Parte II: Cada grupo, collede unha rosquilla de cada un dos pratos (anotando as receitas) e botádeas nun prato baleiro. Agora podes probalas, mais non comades todas. Observa as distintas rosquillas e responde as seguintes cuestións

- 5) Por que *razóns* todas as rosquillas *cociñadas pola mesma persoa* pode que non sexan idénticas?
- 6) Por que *razóns* as rosquillas cociñadas coa mesma receita por distintas persoas pode que non sexan idénticas?
- 7) Explica por que as rosquillas cociñadas coas receita 1 e 2 que usaron os *mesmos ingredientes* son diferentes. Existen rosquillas cociñadas con distintas receitas que se asemellen entre si?
- 8) Usando as rosquillas como exemplos de organismos vivos, discute a *influencia* dos ingredientes da receita e a influencia do xeito de cociñalas. A que elementos ou características dos organismos vivos correspóndense os ingredientes e o xeito de cociñalas?

9) Usando as rosquillas como exemplos de organismos vivos, poderías dicir observando un grupo de organismos distintos *cales teñen as receitas más similares?* Explica.

O propósito desta modelización é apoiar a visualización da influencia do ambiente na expresión dos xenes comprobando que por exemplo as rosquillas feitas coa mesma receita e ingredientes parecen distintas. É preciso conectar a analoxía (as rosquillas) co obxectivo da tarefa. Os estudantes poden non estar afeitos a traballar con analoxías, polo que é preciso o apoio do docente.

Actividade 5. *Que pasará cos xemelgos?*

Esta tarefa forma parte da avaliación da unidade didáctica. Levouse a cabo como parte do exame cinco meses despois da implementación da unidade didáctica nas dúas aulas. No caso do centro *Serra*, formou parte do exame de final de curso da materia de Ciencias para o Mundo Contemporáneo.

A actividade ten como obxectivos o uso de probas e a aplicación do modelo de expresión dos xenes para predicir resultados nun contexto distinto aos empregados nas tarefas da unidade didáctica. Require que o alumnado aplique o coñecemento a unha nova situación.

Solicítaselle ao alumnado que lea o seguinte texto sobre xemelgos idénticos educados en distintos ambientes e, en base a estes datos, predicir que lles pasaría aos 16 anos, en relación a determinadas características físicas (estatura e desenvolvemento muscular) e intelectual (competencia lectora e destrezas para resolver problemas científicos e matemáticos).

Dous nenos xemelgos idénticos nacen nun país de África que vive unha situación de guerra. Súa nai morre no parto e son separados: o primeiro deles, A, queda nese país africano vivindo coa familia da nai, mentres que o segundo, B, é recollido en adopción por unha familia francesa e vai vivir a Francia.

O primeiro, A, como toda a familia, ten unha alimentación escasa. A súa asistencia á escola é intermitente (vai uns días e outros non), pois desde que ten oito anos debe traballar moitos días.

O segundo, B, ten unha alimentación adecuada. Desde os tres anos asiste á escola de forma regular.

Cando chegan aos 16 anos ¿crees que A e B serán idénticos en todo? Por exemplo

a) *¿Crees que A e B terán a mesma estatura e a mesma masa muscular ou diferente? Xustifica a túa resposta*

b) *En canto á competencia lectora (ser capaces de ler e entender un texto), a destreza en resolver problemas científicos ou matemáticos ¿será a mesma en A e B ou distinta? Xustifica a túa resposta*

Nesta tarefa, os alumnos precisan articular o coñecemento científico (alfabetización científica) coa competencia de uso de probas. O propósito é examinar a capacidade do alumnado para construír un argumento sustentado en probas.

A análise das tarefas 2 "Velocistas negros" e 3 "Watson e a intelixencia" e a análise da tarefa de identificación de probas dunha teoría ("Probas da evolución") abórdase nos capítulos 5, 6 e 7 de resultados de uso de probas. A análise da actividade de avaliación "Que pasará cos xemelgos?", abórdase en Puig e Jiménez-Aleixandre (2012; 2011).

No seguinte apartado preséntanse o segundo paso da transposición didáctica: a transformación do "coñecemento a ensinar" (unidade didáctica) no "coñecemento ensinado".

4.5 Do coñecemento a ensinar ao coñecemento ensinado: o segundo paso da transposición didáctica

O segundo paso da transposición didáctica consiste en como o coñecemento a ensinar e transformado no coñecemento ensinado. É a posta en práctica da

unidade didáctica (coñecemento a ensinar) por un profesor determinado nunha aula cun alumnado determinado. A figura 4.3 mostra os elementos teóricos e prácticos que participan neste segundo paso, incluíndo a forma que adopta o coñecemento ensinado. A continuación abórdase brevemente cada un deles.

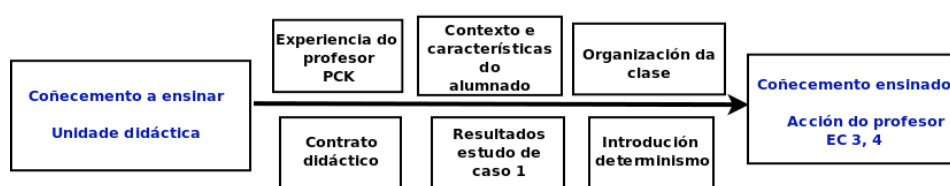


Figura 4.3. Segundo paso da transposición didáctica

Experiencia do profesor e Coñecemento didáctico (PCK)

Os tres profesores que levaron a cabo a unidade didáctica teñen distinta experiencia. Isto relaciónase coa noción de Pedagogical Content Knowledge PCK (Shulman, 1986, 1987), que é o coñecemento didáctico que ten o docente sobre a materia a ensinar. Trátase do coñecemento que o docente utiliza para transformar o coñecemento da disciplina en formas que sexan comprensibles para o alumnado (Shulman, 1987). Reflictese na forma en que o docente adapta os contidos da disciplina aos distintos intereses e capacidades do alumnado. O PCK inclúe entender cales son as dificultades de aprendizaxe, por exemplo as ideas previas do alumnado, e un repertorio de estratexias de ensinanza. No capítulo 9 analízase o discurso dos dous profesores que identificamos cos pseudónimos de Val e Quiroga, que levaron a cabo a mesma versión da unidade en distintas aulas. Aínda que Val ten máis experiencia, Quiroga ten un PCK máis sofisticado.

Características e experiencia previa do alumnado

Existen diferencias no alumnado en relación á súa situación socio-económica e capital cultural (Bourdieu e Passeron, 1987), noción que explica como as desigualdades sociais se reproducen a través de diferenzas no capital cultural e simbólico (linguaxe, acento, forma de vestir), influíndo nas oportunidades

académicas e de éxito de estudantes de distinta procedencia.

Existen diferenzas cualitativas de capital cultural entre os tres centros, no instituto Sarela (EC1) é maior que no Vila (EC3) e Serra (EC4). E tamén hai diferenzas na experiencia do alumnado en canto ao traballo en grupo e desde a perspectiva da indagación. Os alumnos do instituto Serra teñen experiencia coa indagación e os outros non. Noutras palabras, o seu papel (percibido ou esperado) é distinto. Isto ten consecuencias no desenvolvemento da unidade didáctica.

Organización da aula

Os ambientes de aprendizaxe creados por cada un dos profesores difiren en canto á organización (o cal se conecta co contrato didáctico) como mostra a análise da acción dos profesores. Isto púxose de manifesto nas tarefas que requiren a aprendizaxe cooperativa e o traballo en grupo. No capítulo 9 de resultados profundízase neste aspecto nos estudos de caso 3 e 4.

Contrato didáctico

Consiste nun sistema de normas e códigos, ou pactos implícitos ou explícitos que regulan os comportamentos, interaccións e as relacións entre o docente e o alumnado. Son as expectativas recíprocas que se crean entre os alumnos e alumnas e o docente (Tiberghien et al., 2009).

Malia que as actividades da unidade didáctica demandan un papel activo por parte dos alumnos e alumnas, no que estes son os responsables do desenvolvemento das prácticas científicas de uso de probas e construción de argumentos e modelización, o docente debe actuar como guía apoiando estes procesos. O xeito en que se fai este apoio ou andamiaxe, varía entre os profesores como se discute no capítulo 9.

Resultados da primeira fase de investigación (Estudo de caso 1)

A análise dos resultados do estudo de caso 1 (EC1) levado a cabo en dúas clases de 4º de ESO no instituto Sarela, permitiu identificar problemas no deseño e modificar as actividades de aprendizaxe tendo en conta as dificultades do alumnado.

Como consecuencia desta análise, desenvolveuse unha nova versión da unidade (UD2) e levouse a cabo en dous estudos de caso: EC3, EC4. Cómpre sinalar que na UD1, o profesor non considerou necesario empregar unha sesión completa para a explicación dos conceptos de xenética, incluíndo o modelo de expresión dos xenes, senón que se limitou a introducir brevemente estes conceptos antes de levar a cabo a tarefa 2, "Fenotipo e xenotipo das persoas". Un resumo dos resultados da posta en práctica desta primeira versión da unidade didáctica no estudo de caso 1 e as consecuencias no deseño dunha segunda versión son:

- Estrutura das sesións: o alumnado non foi quen de rematar a tarefa "Fenotipo e xenotipo das persoas" nunha sesión, xa que o profesor empregou parte do tempo desta sesión en revisar conceptos de xenética. Isto confirma o deseño inicial e a necesidade de dúas sesións, unha para explicar os conceptos de xenética e outra para levar a cabo esta tarefa.

- Comprensión das tarefas: o alumnado tivo dificultades para entender o que se lle pedía nalgúns tarefas, en particular, tiveron problemas para entender o ítem dos velocistas negros na tarefa de Watson. Como consecuencia, esta tarefa dividiuse en dúas, deseñando unha nova: "Os velocistas negros", pensada para ser levada a cabo en dúas sesións. Inclúe unha serie de informacións relacionadas cos factores xenéticos e ambientais que inflúen no desempeño en atletismo.

- Uso de probas: o alumnado tivo dificultades para identificar o modelo de expresión dos xenes nos ítems incluídos na tarefa de Watson. Por exemplo, algúns estudantes interpretaron o aumento da estatura como un exemplo da evolución a consecuencia das mutacións.

Resumindo, os principais cambios da primeira á segunda versión da unidade son dous. O primeiro relaciónase coa estrutura das sesións, e o segundo co deseño das tarefas de aprendizaxe.

(1) Incluír unha primeira sesión de explicación de conceptos de xenética por parte do profesor.

(2) Transformar a tarefa de Watson en dúas actividades: a tarefa 2, "Velocistas negros", e unha nova versión da tarefa do enunciado de Watson, na

que se lle pregunta ao alumnado que probas darían a favor ou en contra do enunciado.

Nos capítulo 5, 6 e 7 preséntanse os resultados de uso de probas respecto ao modelo de expresión dos xenes en distintos contextos argumentativos. En particular, en tres actividades da unidade didáctica: "Watson e a intelixencia", "Os velocistas negros" e "Probas da evolución".

CAPÍTULO 5

USO DE PROBAS NA AVALIACIÓN CRÍTICA DUN ENUNCIADO

5.1 Introducción: xustificación e probas, significado e relevancia

Os capítulos 5, 6 e 7 presentan os resultados referentes ao primeiro obxectivo de investigación: Examinar o uso de probas polo alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño en distintos contextos argumentativos. Este obxectivo concrétase nesta pregunta de investigación:

Como usa o alumnado as probas na avaliación de enunciados científicos sobre as interaccións xenes – ambiente en distintos contextos argumentativos? Especificamente, avalíanse os niveis de calidade identificados pola conexión entre enunciados e probas mediante xustificacións en tres contextos.

Cada un destes tres capítulos abordan o uso de probas en distintos contextos argumentativos. Este capítulo 5 no contexto de avaliación crítica dun enunciado, discutindo os resultados da actividade "Watson e a intelixencia". O capítulo 6 no contexto de elección dunha explicación causal, examinando a tarefa "Os velocistas negros". O capítulo 7 no contexto de identificación de probas (da teoría da evolución), examinando a tarefa "Probas da evolución".

Existen operacións de uso de probas comúns nos distintos contextos argumentativos e outras máis específicas en cada un deles. Entre as operacións

comúns, está a de conectar as probas co enunciado mediante unha *xustificación*, o cal consideramos un criterio de calidade de argumentos nos tres contextos.

Que entendemos *por probas* e *por xustificacións*? A revisión da literatura sobre argumentación revela que distintos autores usan estes dous termos, proba e xustificación, e outros relacionados coa argumentación de maneira distinta (Sampson e Clark, 2008). Para Toulmin (1958) os datos constitúen as informacións ás que se apela para apoiar un enunciado, e a xustificación (*warrant*), "mostra que, tomando estes datos como punto de partida, o paso para chegar a conclusión é apropiado e lexítimo" (Toulmin, 1958, edición de 1964, p. 98). A xustificación é un enunciado que conecta os datos coas probas.

As dificultades para diferenciar os datos das xustificacións foron sinaladas por Toulmin e por outros autores. Probablemente por este motivo aparecen aglutinados nalgúnhas rúbricas de análise (por exemplo, Erduran, Simon e Osborne, 2004; Zohar e Nemet, 2002) referíndose a ambos compoñentes como *evidence*, o que consideramos que se debe traducir como probas. Malia a utilidade destas rúbricas, suxerimos que a distinción entre datos e xustificación resulta fundamental, sobre todo no contexto das explicacións causais, para examinar a calidade da argumentación e as dificultades que ten esta para o alumnado (Jiménez Aleixandre e Puig, 2011).

Sampson e Clark (2008) na súa revisión sobre rúbricas de análise para avaliar a argumentación, consideran que hai tres cuestións relevantes a ter en conta: a natureza da xustificación, a estrutura, e o contido dos argumentos. Por natureza da xustificación entenden a forma en que se sustentan ou validan as ideas ou os enunciados nun argumento. Estes autores chaman "compoñentes da xustificación" no esquema de Toulmin aos datos, xustificacións, coñecemento básico, e cualificadores modais. Como sinalan Sampson e Clark, o marco de Kelly e Takao (2002) achega unha perspectiva distinta en relación a outras rúbricas. Kelly e Takao teñen en conta, por unha banda a dimensión disciplinar, e pola outra o estatus epistémico das distintas proposicións que forman parte dun argumento, o seu grao de abstracción. Consideramos que as *xustificacións* teñen un estatus epistémico intermedio (que pode corresponder co nivel III de Kelly e

Takao) entre os datos e os enunciados teóricos. Noutras palabras, en canto á distinción que fan Sampson e Clark (2008) entre compoñentes de información (que corresponden a datos) e procesos de pensamento, nós entendemos a *xustificación* como un proceso de pensamento, como se resume na táboa 5.1.

Neste estudo, seguindo a Toulmin, entendemos por *xustificación* o enunciado que conecta os datos, ou as probas, cunha conclusión.

Consideramos necesario diferenciar os datos das probas, caracterizando ás probas polo seu papel na avaliación do coñecemento (Jiménez Aleixandre, 2010). Desde unha perspectiva ontolóxica unha información podería ser un dato, e considerarse unha proba desde a perspectiva do seu papel discursivo no argumento. Noutras palabras, unha información é un dato, mais o que converte a este dato en proba é se conta como proba para o alumnado. Unha proposta interesante sobre as probas é a de Koslowski et al. (2008), quen propoñen que unha información se converte en proba cando é incorporada ao esquema causal dunha explicación. Estes autores comprobaron que a información foi vista como relevante en canto a probar algo (*evidentially relevant*), cando pode ser incorporada nunha explicación causal.

Hai que salientar que algúns autores empregan o termo *razoamento* no canto de *xustificación* para se referir a conexión entre o enunciado e as probas. Por exemplo, Berland e McNeill (2010) consideran que o razoamento articula por que as probas apoian unha conclusión. McNeill e Krajcick (2011) definen razoamento como unha xustificación que mostra por que os datos constitúen probas que apoian un enunciado. No entanto, preferimos empregar o termo *xustificación* porque o seu significado é mais específico, mentres que "razoamento" ten outros significados máis xerais que inclúen por exemplo, o proceso de extraer conclusións en base ás probas, ou de forma máis xeral, o uso da razón. A caracterización dos elementos dos argumentos aparece resumida na táboa 5.1. Cómpre diferenciar entre *condicións de refutación* e *refutacións* ás probas., Toulmin denomina *condicións de refutación* ao recoñecemento das restricións ou excepcións que se aplican á conclusión, circunstancias nas que a conclusión é válida. Porén, na actualidade, como aclara Jiménez Aleixandre (2010), nos

traballos de argumentación, sobre todo nas situacións que enfrontan dúas explicacións opostas, enténdese por *refutación* á crítica ás probas do adversario (Kuhn, 1991).

Elementos dun argumento	Caracterización	Estatus epistémico	Tipo de compoñente
Datos	Feitos ou información á que se apela para apoiar un enunciado	Máis baixo (menos abstracto)	Información
Probas	Información incorporada nunha explicación	Máis baixo (menos abstracto)	Información cun papel particular no discurso
Xustificación	Enunciado que conecta os datos/probas coa conclusión	Intermedio entre os datos e a teoría	Proceso de pensamento
Refutación	Cuestionar as probas do opoñente	Intermedio entre os datos e a teoría	Proceso de pensamento

Táboa 5.1 Resumo dos elementos dos argumentos.

A continuación abórdanse os resultados de uso de probas no contexto argumentativo de avaliación crítica dun enunciado. No capítulo discútnense en primeiro lugar as operacións específicas de uso de probas neste contexto; en segundo os participantes e a tarefa, pois dada a variedade de estudos que forman parte da tese, consideramos necesario resumilo; en terceiro a rúbrica construída para a análise de uso de probas; en cuarto a análise dos resultados; en quinto as dificultades no uso de probas neste contexto; e finalmente as conclusións parciais que se derivan desta análise.

Algúns resultados, coa análise preliminar dun grupo, foron publicados en Puig e Jiménez-Aleixandre (2010).

5.2 Operacións de uso de probas na avaliación crítica dun enunciado

Neste capítulo analízase o uso de probas polo alumnado no contexto de avaliación dun enunciado. O enunciado é unha afirmación de James Watson sobre as

diferenzas xenéticas de intelixencia entre negros e brancos (anexo 2).

A avaliación de probas é unha competencia que inclúe unha serie de operacións que poden ser distintas segundo os contextos argumentativos. Neste contexto de avaliación dun enunciado científico propoñemos catro (aínda que pode haber máis):

1) Darlle significado ao enunciado, relacionado coa comprensión de textos científicos, o que implica identificar os supostos que hai tras el (ODCE, 2006, p. 30).

2) Identificar que probas serían relevantes para a cuestión discutida no enunciado.

3) Identificar o significado de cada información en termos de probas a favor ou en contra do enunciado.

4) Coordinar o enunciado coas probas mediante unha xustificación.

Partimos da hipótese de que non todas estas operacións teñen o mesmo grao de dificultade. Por exemplo, ao alumnado pódelle resultar máis doado identificar probas relevantes que construír unha xustificación en base a elas.

Especificamente, para avaliar o enunciado de Watson á luz das probas, os estudantes precisan realizar estas operacións: darlle significado ao enunciado, identificar as probas relevantes e se cada unha vai a favor ou en contra do enunciado, e conectar as probas co enunciado a través de xustificacións.

Unha tarefa de avaliación dun enunciado implica tamén avaliar a fiabilidade da fonte, sexa explícita ou implicitamente (Kolstø, 2001; Jiménez-Aleixandre, Agraso e Eirexas, 2004).

Ademais das operacións de uso de probas e a avaliación da fonte, este enunciado ten unha dimensión determinista que fai que a tarefa sexa especialmente axeitada para o desenvolvemento do pensamento crítico. Este aspecto abórdase no capítulo 8.

Neste caso, o propósito da tarefa é desenvolver criterios de avaliación de coñecemento relacionados coa presenza ou falta de probas, máis que coa autoridade da fonte.

5.3 Participantes e tarefa

Examínase a primeira versión da actividade (anexo 2) levada a cabo cun grupo de alumnos de 3º da ESO (grupo A, N=24) e dous grupos de alumnado de universidade de 20-23 anos cursando Maxisterio en Educación Primaria (grupo B, N=35) e Bioloxía (grupo C, N=17).

Decidiuse incluír alumnado de universidade, á vista das dificultades que a tarefa suscitaba na ESO, e para ampliar a mostra estudada no estudo piloto (Puig e Jiménez Aleixandre, 2010). Isto permite comparar os resultados do estudo piloto cos de alumnado doutro nivel educativo, parte deles con formación en bioloxía.

A tarefa require a coordinación de catro ítems relacionados co modelo de expresión dos xenes co enunciado de Watson:

O 14 de outubro de 2007 o especialista en xenética James Watson, premio nobel en 1962 polo descubrimento da estrutura do ADN declarou ao Sunday Times que os negros son menos intelixentes que os brancos. “Quen tratan con empregados negros saben que isto [que todas as persoas son iguais] non é certo”. Afirmou que nuns dez anos se poderían identificar os xenes responsables das diferenzas en intelixencia.

Examina as seguintes informacións e indica se apoian, refutan ou non se relacionan coas afirmacións de James Watson (JW).

1) *Durante os últimos dez anos todas as medallas de ouro de atletismo en 100 metros (e a maioría doutras categorías) foron gañadas por atletas estadounidenses de cor negra (descendentes dunha mestizaxe de antepasados do oeste de África, e arredor dun 30% de xenes de antepasados brancos).*

1A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? "Si" "Non" "Non sei"

1B. (Se a resposta é si) Creo que: "Apoia a afirmación de JW"
"Refuta a afirmación de JW"
"Outra (indicar)"

1C. Explica a túa elección a 1A (por que si ou por que non)

1D. Explica a túa elección a 1B (por que apoia ou refuta)

2) *A porcentaxe de bebés que morren antes de cumprir un ano (mortalidade infantil) é de 4 por cada dez mil nados en España, Francia, Holanda etc. En Estados Unidos, (onde non hai Seguridade Social ou medicina pública, habendo só medicina privada) é de 7 por dez mil, con estas diferenzas: 5,7 por dez mil entre brancos e 14 por dez mil para negros.*

2A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? "Si" "Non" "Non sei"

2B. (Se a resposta é si) Creo que: "Apoia a afirmación de JW"
"Refuta a afirmación de JW"
"Outra (indicar)"

2C. Explica a túa elección a 2A (por que si ou por que non)

2D. Explica a túa elección a 2B (por que apoia ou refuta)

3) *Diversos estudos en Arxentina e outros países latinoamericanos mostran a relación entre nutrición infantil e desenvolvemento intelectual. Nos nenos que sofren desnutrición crónica (fame) e anemia até os 2 anos o rendemento intelectual na escola diminúe, non se concentran, repíten curso, e teñen problemas coa linguaxe. Parte da explicación pode ser que o cerebro pesa uns 350 g ao nacer e, con adecuada nutrición, debe aumentar até 900 g aos 14 meses.*

3A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? "Si" "Non" "Non sei"

3B. (Se a resposta é si) Creo que: "Apoia a afirmación de JW"

"Refuta a afirmación de JW"

"Outra (indicar)"

3C. Explica a túa elección a 3A (por que si ou por que non)

3D. Explica a túa elección a 3B (por que apoia ou refuta)

4) *Os neurocientíficos Wiesel e Hubel, premios nobel de medicina en 1981, mostraron que cosendo as pálpebras dun ollo en gatos acabados de nacer (impedindo que o abrisen durante varios meses), ao descoselas os gatos ficaban cegos dese ollo. Os órganos visuais estaban intactos, mais as conexións nerviosas no cerebro non se establecían, sendo imposibles de recuperar.*

4A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? "Si" "Non" "Non sei"

4B. (Se a resposta é si) Creo que: "Apoia a afirmación de JW"

"Refuta a afirmación de JW"

"Outra (indicar)"

4C. Explica a túa elección a 4A (por que si ou por que non)

4D. Explica a túa elección a 4B (por que apoia ou refuta)

5) Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar: a) que James Watson leva razón ou b) que non leva razón.

O ítem 1, *atletismo*, presenta datos sobre o desempeño dos velocistas negros; o ítem 2, *mortalidade infantil*, presenta diferenzas neste índice entre poboacións branca e negra; o ítem 3, *malnutrición*, reflicte os resultados dun estudo sobre a relación directa entre malnutrición infantil e problemas de desenvolvemento intelectual; o ítem 4, *gatos*, resume un estudo sobre a perda da percepción visual nos gatos ao coserlles as pálpebras. A expectativa das investigadoras e do profesorado era que estes ítems fosen identificados polo alumnado como probas da influencia do ambiente na expresión do xenotipo.

En 3º de ESO, a actividade levouse a cabo en dúas sesións, unha escrita e outra de debate oral como parte das clases de Bioloxía e Xeoloxía. Os universitarios realizaron só a tarefa escrita. Os datos recollidos inclúen os informes escritos individuais e as gravacións en vídeo e audio do debate oral do alumnado de secundaria.

5.4 Categorías para analizar a práctica de uso de probas

Neste apartado discútese o proceso de construción da rúbrica e as categorías resultantes. A construción de xustificacións pode resultar unha tarefa complicada para o alumnado. A diferenza entre *proba* e *xustificación* ilústrase nun posible argumento de referencia sobre o ítem 1, atletismo, construído pola investigadora e a directora do traballo e representado na figura 5.1.

Para as investigadoras, o feito de que todos os gañadores das medallas de ouro en 100 m lisos sexan de Estados Unidos (así é como se presenta de forma simplificada nesta versión) constitúe unha proba a favor da interacción xenes-ambiente. Identificar esta información como proba, require establecer unha conexión a través dunha xustificación como, por exemplo, a que propoñemos na figura 5.1: o desempeño en atletismo non só depende dos xenes das persoas negras, pois se fose así, atletas de África tamén poderían ser gañadores da proba de 100 m. A conclusión sería: os desempeños non só dependen do xenotipo, senón tamén do ambiente (por exemplo, neste caso a nutrición, a sanidade e un adestramento axeitado).

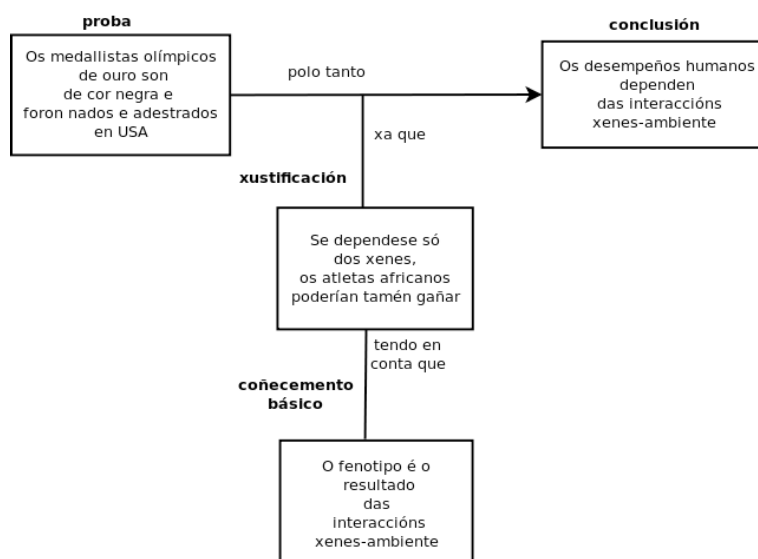


Figura 5.1 Posible argumento de referencia sobre o ítem 1, atletismo.

Para a construción da rúbrica tivemos en conta as respostas escritas do alumnado. Utilizamos tres criterios relacionados coas operacións de uso de probas para distinguir as categorías:

- (1) *identificar o significado do enunciado*
- (2) *identificar os ítems como probas*
- (3) *conectar as probas co enunciado mediante unha xustificación.*

Atendendo a estes criterios, en cada ítem as respostas dos alumnos codificáronse en tres categorías situadas ao longo dun *continuum* de maior a menor coordinación entre as probas e o enunciado. As respostas que cumpren os tres criterios sitúanse na categoría de maior coordinación. A figura 5.2 mostra as categorías elaboradas en base aos criterios.

Respecto á fiabilidade da rúbrica, as investigadoras codificaron de forma independente as respostas escritas dos tres grupos, alcanzando un acordo de 96%.

	Calidade máis alta		Calidade máis baixa	
Categorías	A. Identificar o significado do enunciado, a proba e conectalos mediante unha ou máis xustificacións	B. Identificar parcialmente o enunciado e interpretar a proba inadecuadamente	C. Non identificar o significado do enunciado nin das probas	Non responder
Criterios	1, 2, 3	Parcialmente: 1, 2	—	—

Figura 5.2 Relación entre as operacións e as categorías de uso de probas.

Hai que salientar que entre A e B habería unha categoría intermedia: Identificar o significado do enunciado, a proba e non conectalos mediante unha ou máis xustificacións, mais non aparece en ningún dos grupos analizados.

5.5 Análise dos resultados da avaliación dun enunciado

Neste apartado caracterízase cada unha das categorías e analízanse os resultados de cada grupo nos catro ítems. Cómpre sinalar que as respostas reproducense no idioma empregado polo alumnado, galego ou castelán. Os erros ortográficos non

se corrixiron e as aclaracións incluímos entre [corchetes]. A identificación dos alumnos realizouse mediante números (A1, A2, B1, B2, C1, etc.) ou pseudónimos no caso dos debates orais do alumnado de 3º de ESO. As figuras 5.3, 5.4 e 5.5 resumen os resultados das categorías A, B e C nos tres grupos.

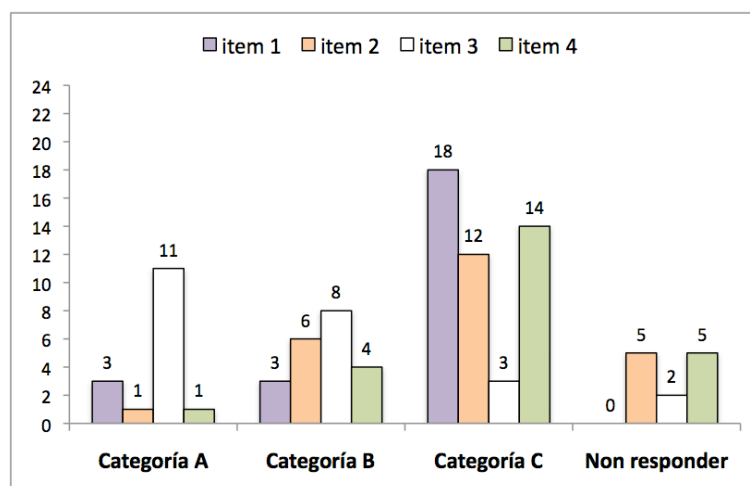


Figura 5.3. Categorías de uso de probas na ESO (N=24)

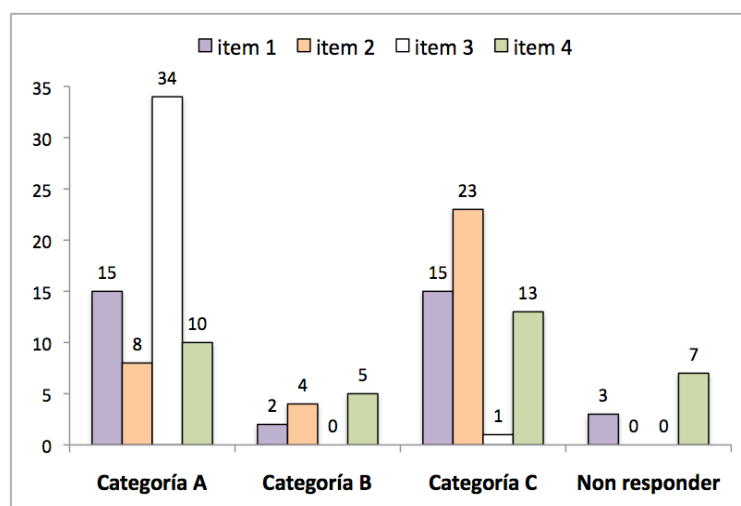


Figura 5.4. Categorías de uso de probas en Maxisterio, MP (N=35).

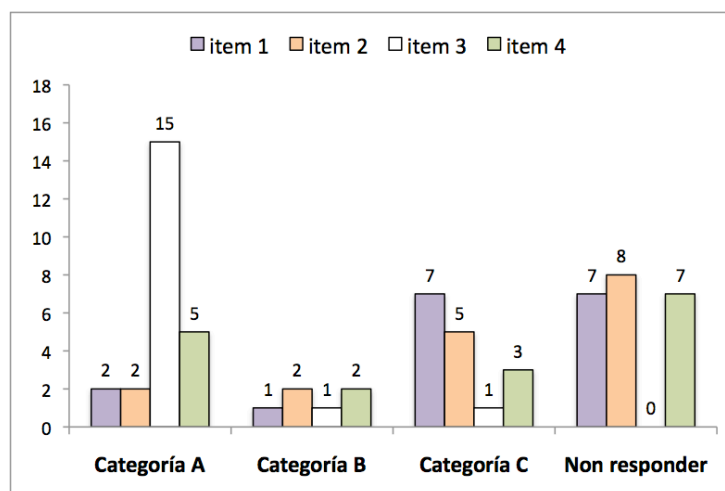


Figura 5.5 Categorías de uso de probas en Bioloxía, Bio (N=17).

5.5.1 Categoría A. Identificar o significado do enunciado, a proba e conectalos mediante unha ou máis xustificacións

Os criterios empregados para incluír as respostas nesta categoría son:

- 1) Identificación do enunciado de James Watson como unha afirmación sobre as diferenzas xenéticas entre as “razas” (ou entre distintas persoas). Non necesariamente restrinxido á intelixencia.
- 2) Identificación dos ítems como probas relevantes relacionadas co enunciado.
- 3) Conexión entre as probas e o enunciado mediante unha ou máis xustificacións.

Algúns exemplos de respostas que cumpren os tres criterios son:

Item 3 (desnutrición): “*Se isto é certo JW podería acertar no feito de que algúns negros son menos intelixentes que os brancos, pero non na causa: isto demostra que ese feito non se debe a que non sexamos iguais, senón a desnutrición. Refuta a afirmación porque isto demostra que o feito de ser negro ou branco non ten influencia no tema senón que o causante sería a desnutrición*” (A3, Suso, ESO)

A resposta deste alumno cumpre os tres criterios porque identifica o enunciado de Watson como unha afirmación sobre as diferenzas xenéticas de

intelixencia entre negros e brancos (criterio 1) e os datos da malnutrición infantil como unha proba en contra do enunciado de Watson (criterio 2), conectando os datos co enunciado mediante unha xustificación (criterio 3).

Item 3 (desnutrición): “Porque o fenotipo vén determinado polo xenotipo e o ambiente. Se o ambiente non é o adecuado, o fenotipo variará, pero non por diferencias xenéticas. As diferencias de intelixencia non son xenéticas” (C12, Bio)

Esta resposta cumpre os tres criterios xa que identifica o enunciado de Watson en termos de diferenzas xenéticas de intelixencia (criterio 1), identifica o ítem como proba da interacción, facendo referencia á noción de fenotipo (criterio 2), e establece unha xustificación entre os datos e o enunciado (criterio 3). Aínda que non menciona de forma explícita a desnutrición, entendemos que cando fala do “ambiente” está facendo referencia a este dato, identificándoo como proba en contra enunciado.

Item 1: “Si [está relacionado co enunciado de JW]. Porque esta a falar dunha competición, aínda que física, na que gañan os negros/as, polo cal require unha técnica, concentración e entrenamiento. Refuta a teoría de Watson, porque aínda que se trata de un campeonato deportivo, non todos gañan por ter mellor forma física, senón porque se basa nunha técnica ou táctica deportiva” (B27, MP)

A resposta deste alumno relaciona o desempeño en atletismo co adestramento (ambiente) e non só coa “forma física”, que interpretamos emprega no sentido de condición innata. O alumno conecta a proba co enunciado mediante unha xustificación.

Obsérvase nas figuras 5.3, 5.4 e 5.5 que ademais das diferenzas nas categorías existen diferenzas no desempeño entre os catro ítems. Só o ítem 3, que achega datos que relacionan directamente a malnutrición infantil co desempeño cognitivo, é identificado pola maioría en todos os grupos como proba relevante en contra da afirmación de JW. Ademais das dúas respostas reproducidas para este ítem 3, C12 e A3, outro exemplo do grupo de maxisterio é:

“Creo que ten relación xa que nos mostran unha posible explicación sobre o desenvolvemento da intelixencia. Demostra que a intelixencia non só se debe factores xenéticos senón que tamén a factores ambientais” (B7, MP)

Poñemos como exemplo tres respostas ao ítem 3: A3, C12 e B7, para mostrar que dentro de cada categoría existen distintos graos de coordinación. Especificamente respecto ao criterio 3) *conexión entre as probas e o enunciado mediante unha ou máis xustificacións*. A resposta de B7 e Suso (A3) usan os datos da malnutrición infantil como unha xustificación en contra do enunciado de Watson, por tanto usa datos específicos. Porén, o C12 non cita estes datos, apelando só á noción de fenotipo, de forma xeral. Trátase dun exemplo de coñecemento básico que apoia á xustificación.

Os outros tres ítems, como se mostra nas figuras, presentan algunhas dificultades. As respostas situadas na categoría A non chegan a metade en ningún dos tres grupos. Algúns exemplos de respostas (ademáis da do B27 ao ítem 1) son:

Ítem 2 (sanidade): “Non [está relacionado co enunciado de JW]. A información sobre a mortalidade infantil son datos reais que non teñen porque coincidir coa opinión de Watson, xa que este basease en suposicións. A mortalidade é máis baixa en Europa porque a medicina é pública, podendo estar case ao alcance (sic) de todos. Nos EEUU ó ser privada, non todos poden xa que dependerá da economía de cada cual; e isto inclúe tanto negros como brancos...” (C13, Bio)

Esta resposta coordina as probas co enunciado, identificando este como baseado en “suposicións”, o que interpretamos como unha alusión á falta de probas. Poderíamos dicir que este alumno entende a diferenza entre unha proba e un enunciado.

Ítem 4 (gatos): “Si. Refuta [a afirmación de JW]. Neste caso como o gato non emprega o ollo non establécense as relacións neuronais. Nas persoas sucede o mesmo, hay que estimular a aprendizaxe para establecer maiores relacións, pero e igual para negros e brancos” (C11, Bio)

Este alumno identifica o ítem como proba e utiliza estes datos para construír unha xustificación. Refuta que a intelixencia estea determinada exclusivamente polos xenes e que a aprendizaxe sexa distinta para negros e brancos.

5.5.2 Categoría B. Identificar parcialmente o enunciado e interpretar a proba inadecuadamente

Os criterios empregados para situar as respostas nesta categoría son:

(1) *identificar de forma incompleta o significado do enunciado de JW*, interpretándoo en termos de diferenzas non xenéticas entre as "razas".

(2) *interpretar os ítems inadecuadamente*; por isto entendemos os datos nos ítems como probas a favor (non en contra) do enunciado de Watson.

Entendemos que estes problemas están relacionados e poden ser debidos a dúas razóns (que poden estar combinadas): unha, que os alumnos interpretan o enunciado de Watson como unha referencia a diferenzas xenéricas ou de desempeño, ignorando a segunda parte do enunciado que atribúe estas diferenzas á xenética: "que nuns dez anos se poderían identificar os xenes responsables das diferenzas en intelixencia". Dous, que entenden a información achegada como exemplos das diferenzas nos desempeños entre as 'razas', mais que como probas da interacción entre xenes e ambiente.

Un exemplo é esta resposta ao ítem 3, na que o alumno non identifica que o enunciado de Watson fai referencia a diferenzas xenéticas de intelixencia :

Ítem 3 (desnutrición): *"Apoia a súa afirmación porque ao non ter comida e o cerebro non se desenvolver, claro que van ser menos intelixentes que outros"* (A19, Silvio)

Este alumno identifica a desnutrición infantil como causa do menor desempeño en intelixencia dos negros e entende que isto vai "a favor" de Watson.

Outro exemplo desta categoría é esta resposta ao ítem 1, na que o desempeño en atletismo é identificado como un exemplo das diferenzas nos desempeños entre negros e brancos:

Ítem 1 (atletismo): *"Si [está relacionado co enunciado de JW]. Creo que apoya lo que dice, en el sentido de que quizás son diferentes, quizás la gente de color, está más dotada para el deporte y menos para las actividades intelectuales. En eso se nota la diferencia, la gente blanca no alcanza tantos méritos en el deporte. Lo apoya en el sentido que dice que negros y blancos son distintos"* (B6, MP)

Como mostran as figuras 5.3, 5.4 e 5.5, a categoría B é a de menor frecuencia de respostas nos tres grupos. Ademais das diferenzas nas categorías, existen diferenzas no desempeño dos ítems. A categoría B presenta unha maior frecuencia nas respostas aos ítems 2 e 4 nos dous grupos de universitarios. Exemplos de respostas nestes dous ítems son:

Item 2 (sanidade): “Aparentemente apoya a Watson ya que con una sanidad privada, es la gente pobre, la gente menos preparada intelectualmente, la que más problemas sufre” (C2, Bioloxía)

Item 4 (gatos): “Si, apoya. Porque si haciéndoles esto se quedaban ciegos puede ser que los negros al no tener tantas posibilidades de desarrollarse intelectualmente les pase algo parecido” (B28, MP)

Estas respostas atribúen as diferenzas de intelixencia entre negros e brancos a causas ambientais. Interpretan o enunciado de Watson en termos de diferenzas xenéricas entre as “razas”. Son exemplos representativos de respostas desta categoría por no procesar de forma incompleta o enunciado.

5.5.3 Categoría C. Non identificar o significado do enunciado nin as probas

As respostas desta categoría non identifican o significado do enunciado de Watson nin o das probas, e polo tanto non os relacionan. Interpretan que ambos fan referencia a cuestións de distinta natureza. Por exemplo: ao atletismo e non á intelixencia no ítem 1; a sanidade e non á intelixencia no ítem 2; aos gatos e non ás persoas no ítem 4.

Esta categoría mostra as dificultades do alumnado para entender o significado do enunciado e dos ítems. Un exemplo é a resposta desta alumna ao ítem 1, que identifica o enunciado e os datos do ítem como cuestións distintas: intelixencia fronte ao atletismo.

Item 1 (atletismo): “É non porque a afirmación de J.W trata da intelixencia entre os brancos e os negros e a pregunta refírese a forma física” (Tula, A13, ESO)

Os resultados aparecen resumidos nas figuras 5.3, 5.4 e 5.5. A categoría C é

a de maior frecuencia de respostas en todos os ítems (agás no 3), especialmente nos ítems 1 e 2. O ítem 1 foi o que lle resultou máis difícil de entender aos alumnos de ESO e bioloxía, e o ítem 2 aos de maxisterio (MP). Algúns exemplos son:

Item 1 (atletismo): *"Non. Non ten que ver a forza física coa intelixencia. Nin a apoia nin a refuta porque son causas totalmente independentes, alguén con máis forza física non ten porque ser máis ou menos intelixente que outra persoa con máis forza"* (C14, Bio)

Item 2 (sanidade): *"Porque no tiene nada que ver el nº de niños negros o blancos que mueren al nacer con su inteligencia"* (B14, MP)

Item 4 (gatos): *"Porque aunque hai gatos negros non ten que ver coas persoas negras! Ou equívócome, pero a mín me parece que non garda relación algunha"* (A15, Rita, ESO)

Item 4 (gatos): *"Penso que non ten que ver pois o experimento feito cos gatos non ten que ver coa intelixencia humana"* (B13, MP)

Cómpre sinalar que a diferenza entre as categorías B e C consiste ás veces nunha cuestión de grao. Ambas mostran as dificultades do alumnado para identificar o significado do enunciado e as probas, póren as respostas situadas na categoría B presentan un maior grao de elaboración.

En resumo, os resultados mostran que existen diferenzas nas categorías de uso de probas e tamén no desempeño nos catro ítems. A táboa 5.2 resume os resultados das categorías nos tres grupos. A categoría A, *Identificar o significado do enunciado, a proba e conectalos mediante unha ou máis xustificacións*, é a de maior frecuencia de respostas no ítem 3 nos tres grupos (79%). No resto de ítems, a categoría C, *Non identificar o significado do enunciado nin as probas*, é a que inclúe unha maior frecuencia de respostas (52,6% nos ítems 1 e 2, e 39,5% no 4).

A categoría B, *Identificar parcialmente o enunciado e interpretar a proba inadecuadamente*, ten unha baixa frecuencia de respostas, sendo máis numerosa nos ítems 2 (15,8%) e 4 (14,5%). Cómpre sinalar que unha alta proporción do alumnado de Bioloxía non respondeu aos ítems 1 (41,2%), 2 (47,1%), e 4 (41,2%). A actividade levouse a cabo nunha materia de libre configuración que se

impartía na facultade de Bioloxía na que a asistencia era irregular. Non é posible identificar a causa da súa escasa participación cos datos que temos.

A figura 5.5 resume os resultados de todos os participantes para as tres categorías nos catro ítems.

Categorías/grupos	ESO (N=24)	MP (N=35)	Bio (N=17)	Total (N=76)
Item 1 (atletismo)				
A	3 (12,5%)	15 (42,9%)	2 (11,7%)	20 (26,3%)
B	3 (12,5%)	2 (5,7%)	1 (5,9%)	6 (7,8%)
C	18 (75%)	15 (42,9%)	7 (41,2%)	40 (52,6%)
Non responder	–	3 (8,5%)	7 (41,2%)	10 (13,1%)
Item 2 (sanidade)				
A	1 (4,2%)	8 (22,8%)	2 (11,8%)	11 (14,5%)
B	6 (25%)	4 (11,5%)	2 (11,8%)	12 (15,8%)
C	12 (50%)	23 (65,7%)	5 (29,4%)	40 (52,6%)
Non responder	5 (20,8%)	–	8 (47,1%)	13 (17,1%)
Item 3 (nutrición)				
A	11 (45,9%)	34 (97,1%)	15 (88,2%)	60 (79%)
B	8 (33,3%)	–	1 (5,9%)	9 (11,8%)
C	3 (12,5%)	1 (2,9%)	1 (5,9%)	5 (6,6%)
Non responder	2 (8,3%)	–	–	2 (2,6%)
Item 4 (gatos)				
A	1 (4,2%)	10 (28,6%)	5 (29,4%)	16 (21%)
B	4 (16,6%)	5 (14,3%)	2 (11,8%)	11 (14,5%)
C	14 (58,4%)	13 (37,1%)	3 (17,6%)	30 (39,5%)
Non responder	5 (20,8%)	7 (20%)	7 (41,2%)	19 (25%)

Táboa 5.2. Resultados de uso de probas nos tres grupos.

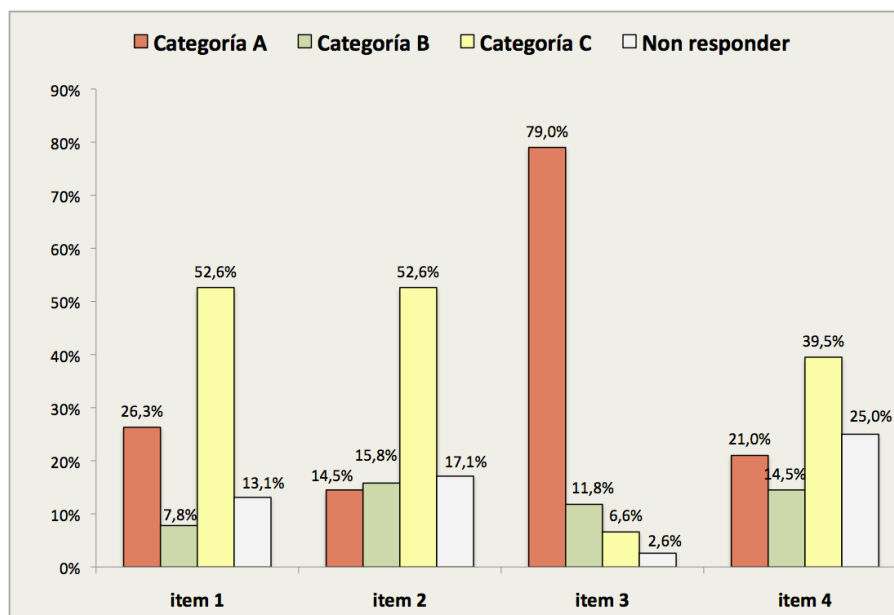


Figura 5.6. Resumo resultados uso de probas na avaliación do enunciado de Watson.

5.6 Dificultades no uso de probas na avaliación dun enunciado

Os resultados mostran que o alumnado ten dificultades no uso de probas na avaliación do enunciado de Watson. Unha alta proporción de estudantes dos tres grupos teñen problemas para relacionar a información dos ítems 1, 2 (un 52,6%) e 4 (un 39,5%), co enunciado de Watson, a meirande parte deles argumentando que os datos presentados nos ítems (atletismo, sanidade e gatos) e a intelixencia son dúas cuestións distintas. O ítem 3, que relaciona de forma directa a malnutrición infantil coa intelixencia, resultoulles máis doado de interpretar. Un 79% de respostas sitúanse na categoría A, *Identificar o enunciado, a proba e conectalos mediante unha ou máis xustificacións*.

Os alumnos de secundaria teñen máis dificultades para relacionar os distintos ítems co enunciado. Trátase do grupo con menor frecuencia de respostas na categoría A, *Identificar o enunciado, a proba e conectalos mediante unha ou*

máis xustificacións (12,5% no ítem 1, 4,2 % no ítem 2, 46% no ítem 3 e 4,2% no ítem 4). Os estudantes universitarios tamén teñen dificultades no uso de probas. Só no ítem 3, *nutrición*, a maioría de respostas (97,1% de MP e 88,2% Bioloxía) sitúanse na categoría A.

Relacionamos estas dificultades no uso de probas con factores similares nos tres grupos:

1) Comprensión lectora: explica as dificultades que teñen co criterio a) *identificar o significado do enunciado*. Como mostra Otero (2002), os estudantes teñen problemas para darlle significado aos textos de ciencias. Neste caso, os alumnos non identifican o significado completo do enunciado: que os negros son *xenéticamente* menos intelixentes que os brancos, xa que só procesan a primeira parte deste (son menos intelixentes). As respostas incluídas na categoría B, *Identificar parcialmente o enunciado e interpretar a a proba inadecuadamente*, ilustran este problema.

2) Recoñecer casos distintos dun mesmo fenómeno ou de aplicación dun modelo: relaciónase cos criterios b) *identificar a proba en cada ítem* e c) *coordinar as probas co enunciado a través dunha xustificación*. A maioría dos alumnos non identifican os ítems como distintos exemplos que fan referencia á interacción xenes-ambiente.

3) Implicación éticas do contido da tarefa: mostra disto son os alumnos que, como o do seguinte exemplo, en lugar de contestar á pregunta de se os ítems teñen relación ou non co enunciado, critican o enunciado de Watson por racista:

Creo que a súa teoría e unha discriminación para os negros, e como a das mulleres que non podían traballar e facer traballos para homes (A9, Xulia, ítem 3).

5.7 Conclusións parciais da análise da avaliación dun enunciado

Neste capítulo abórdase a análise de uso de probas polo alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño no contexto de avaliación crítica dun

enunciado. A avaliación crítica do enunciado de Watson sobre as diferenzas xenéticas de intelixencia entre negros e brancos require a identificación dun suposto: que as diferenzas de intelixencia son debidas exclusivamente aos xenes e non á interacción entre estes e os factores ambientais. O proceso que ten que seguir o alumnado e ir do enunciado aos datos, diferente doutros contextos nos que se parte dun conxunto de datos para chegar a unha conclusión.

Para análise de uso de probas construímos unha rúbrica que utiliza tres criterios relacionados coas operacións de uso de probas para distinguir as categorías: 1) identificar o significado do enunciado; (2) identificar os ítems como probas e, 3) conectar as probas co enunciado mediante unha xustificación. A rúbrica comprende tres categorías situadas ao longo dun continuum de maior a menor coordinación entre as probas e o enunciado.

Os resultados mostran que a categoría *C Non identificar o significado do enunciado nin as probas* é a de maior frecuencia de respostas nos tres grupos (52,6% nos ítems 1 e 2, e 39,5% no 4), excepto no ítem 3 (desnutrición). Entendemos que estes resultados poderían relacionarse coa falta de contextualización da tarefa polo docente no caso do alumnado de ESO. A tarefa foi introducida polo docente sen facer referencia aos contidos científicos (fenotipo, xenotipo) e aos obxectivos de aprendizaxe. Isto pode explicar as dificultades do alumnado para identificar os ítems como distintos exemplos que fan referencia á interacción xenes –ambiente.

A categoría *A, Identificar o enunciado, a proba e conectalos mediante unha ou máis xustificacións*, é a de maior frecuencia de respostas no ítem 3. Un 79% de respostas sitúanse nesta categoría. Consideramos que estes resultados poden relacionarse co contido do ítem, que relaciona directamente a desnutrición infantil co menor desempeño cognitivo. De acordo con Deana Kuhn (1991, 1993), a argumentación é unha capacidade que non é independente do contido e do contexto no que aparece. Os resultados deste estudo indican que para os alumnos é máis doado conectar os datos co enunciado mediante unha xustificación, cando ambos (o dato e o enunciado) fan referencia á mesma cuestión, neste caso a intelixencia.

As respostas codificadas na categoría B, *Identificar parcialmente o enunciado e interpretar a proba inadecuadamente*, revelan as dificultades do alumnado para identificar o significado completo do enunciado de Watson e os datos como probas relacionadas co enunciado. As respostas desta categoría identifican os datos como probas a favor do enunciado debido a que non procesan o enunciado de forma completa. Por exemplo, a seguinte resposta identifica o ítem 3 (desnutrición) como proba a favor do enunciado, porén a explicación que dá vai en contra do mesmo: “Apoia a súa afirmación porque ao non ter comida e o cerebro non se desenvolver, claro que van ser menos intelixentes que outros”. Isto mostra que neste contexto a operación máis complexa para o alumnado é entender o significado completo do enunciado e coordinalo coas probas .

Tamén hai que sinalar que un mellor nivel académico non sempre implica que o alumnado non teña dificultades no uso de probas na avaliación do enunciado. Os resultados do alumnado de Bioloxía, que teñen formación en xenética, non melloran con respecto ao outro grupo de universitarios, alomenos no ítem 3, xa que no resto, case un 50%, non respondeu (un 41,2% nos ítems 1 e 4; 47,1% no ítem 2. Tal e como suxerimos no marco teórico, na argumentación sobre cuestións socio-científicas hai que valorar outras dimensións ademais do coñecemento científico, como por exemplo a capacidade para avaliar de forma crítica o enunciado, que se relaciona directamente coa capacidade para argumentar.

Somos conscientes da dificultade desta tarefa, sobre todo no caso do alumnado de secundaria, pero a razón pola que eliximos este curso é por ser o último no que a materia de Bioloxía e Xeoloxía é obrigatoria. Entendemos que esta circunstancia debería ser motivo de preocupación e leva a preguntármonos como a cidadanía en xeral pode facer fronte a unha afirmación deste tipo nun contexto onde as probas no son tan accesibles. Cabe investigar en que medida a carga ética presente nesta tarefa puido influír neste desempeño por parte dos alumnos. A cuestión socio-científica que se aborda aquí, o determinismo biolóxico, fixo que algúns alumnos en lugar de responder ás preguntas formuladas nos ítems criticaran o enunciado de Watson por racista e discriminatorio. Como

por exemplo esta alumna de secundaria, Xulia que da esta resposta ao ítem 3: “Creo que a súa teoría e unha discriminación para os negros, e como a das mulleres que non podían traballar e facer traballos para homes”. No capítulo 8 abórdase a análise das posicións do alumnado en relación á expresión dos xenes e as interaccións entre xenes e ambiente.

CAPÍTULO 6

USO DE PROBAS NA ELECCIÓN DUNHA EXPLICACIÓN CAUSAL

6.1 Introducción: participantes e tarefa

Neste capítulo examínase o uso de probas polo alumnado no contexto de elección dunha explicación causal sobre o desempeño en atletismo (anexo 5). A análise céntrase na construción de xustificacións, operación común aos tres contextos argumentativos analizados, que se pode caracterizar como a integración de probas nas explicacións. Esta integración constitúe unha operación de especial relevancia neste contexto.

Seguindo a Koslowski et al. (2008), consideramos que neste contexto os datos pasan a ser probas cando poden ser incorporados nunha explicación causal. Empregamos esta noción de *probas* e a súa integración en xustificacións para avaliar a calidade da argumentación do alumnado nesta tarefa.

A actividade, discutida no capítulo 4, require que o alumnado relacione oito informacións con tres explicacións alternativas sobre a causa dos logros en atletismo dos velocistas negros. O alumnado ten que elixir a mellor explicación e xustificar a súa elección integrando as probas nos seus argumentos. A continuación reproducense as preguntas do guión; as oito informacións reproducense no anexo 5.

¿Como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros?

Desde os Mundiais de atletismo de Roma de 1987, onde tres atletas brancos alcanzaron a final de 100 m lisos, os velocistas de cor negra coparon todos os postos das finais nas Olimpíadas e Mundiais.

Danse distintas explicacións a estes logros:

- A) isto é consecuencia dos seus xenes.
- B) isto é debido á influencia de factores como alimentación, entrenamento, etc.
- C) isto é debido a unha combinación de A e B

1. Dos datos que tes á túa disposición di cales apoian A, cales B e cales C.
2. Elix a mellor explicación e xustifica a túa elección en base aos distintos datos proporcionados.
3. Dos datos proporcionados, ¿cales pensas que son probas e por que?

A tarefa levouse a cabo en dúas aulas de 4º de ESO (N=35, cinco grupos A-E) e 1º de bacharelato (N=18, catro grupos F-I) nos institutos Vila e Serra respectivamente.

En primeiro lugar preséntase a rúbrica construída para a análise da calidade dos argumentos, e aplícase á análise dos informes escritos; en segundo examínase a construción de argumentos no debate oral e analízase a potencialidade da rúbrica para analizar o seu discurso; e en terceiro abórdanse as conclusións parciais que se derivan desta análise.

6.2 Rúbrica para avaliar a calidade de argumentos e resultados da aplicación ás respostas escritas

Neste apartado discútase a construción da rúbrica coas categorías resultantes, aplicándoa ás respostas escritas á pregunta 2, que solicitaba ao alumnado elixir a mellor explicación causal e xustificar a súa elección en base aos datos achegados. Na construción da rúbrica empregouse como criterio central *a presenza dunha ou máis xustificacións integrando probas nunha explicación causal*. Con este criterio establecéronse tres categorías de argumentos resumidas na táboa 6.1, de maior a menor calidade: 3) incluír polo menos unha xustificación integrando probas na explicación; 2) mencionar datos mais non integralos na explicación; e 1) carecer dunha clara distinción entre enunciado e xustificación.

Catro criterios adicionais de calidade (non representados na táboa 6.1) utilízanse para establecer subcategorías, ou distintos niveis: a) datos específicos fronte a xenéricos; b) refutación(s) explícitas, no sentido de Erduran et al. (2004); c) coñecemento básico e calificadores modais; e d) cooperación do alumnado na co-construción de argumentos.

Categorías	Grupos
3 <i>Argumentos que inclúen unha ou máis xustificacións integrando un ou varios datos na explicación causal</i>	D, F, G (elíxense a opción c)
2 <i>Argumentos que mencionan os datos, mais non os integran na explicación; os datos non chegan a ser “probas” (pseudoxustificación)</i>	B, C, H, E (elíxense a opción c) I (elíxese a opción a)
1 <i>Confusión entre o enunciado e a xustificación (argumentos escritos) ou non se mencionan os datos (argumentos orais)</i>	A (elíxense a opción c)

Táboa 6.1 Categorías para a análise da calidade de argumentos respecto á xustificación e resultados dos informes escritos.

O criterio sobre a especificidade dos datos é relevante para a análise dos argumentos escritos, mentres que os outros tres son relevantes para os debates orais. É preciso diferenciar entre o que Toulmin (1958) denomina *condicións de refutación*, que expresan as circunstancias nas que o enunciado non é válido, e as *refutacións*, que cuestionan as probas achegadas a favor do enunciado oposto, un significado que corresponde ás categorías de Kuhn (1991), utilizado na súa rúbrica por Erduran et al. (2004), como discute Jiménez Aleixandre (2010). A capacidade de formular unha refutación é un criterio de calidade nos contextos de oposición, porén suxerimos que en contextos cooperativos, como o desta tarefa na que o alumnado traballa en grupo, é preciso ter en conta outros criterios como as xustificacións, a capacidade para co-construír argumentos e a especificidade das probas. Entendemos que estas categorías e subcategorías representan distintos graos dentro dun *continuum de maior a menor calidade*, mais que tramos totalmente separados.

Nos informes escritos, como se resume na táboa 6.1, oito dos nove grupos

elixiron a opción c, interacción xenes – ambiente, como mellor explicación aos logros en atletismo dos velocistas negros. O grupo I foi o único que escolleu a explicación a, que atribúe este desempeño exclusivamente aos xenes. A continuación caracterízase cada unha das categorías con exemplos dos argumentos escritos dos distintos grupos.

6.2.1 *Categoría 3. Argumentos que inclúen unha ou máis xustificacións integrando un ou varios datos na explicación causal*

Nesta categoría sitúanse as respostas que integran os datos na explicación causal (neste caso a opción c) mediante unha ou máis xustificacións.

Tres grupos, D, F e G, integran dous ou tres datos nas explicacións causais nas súas respostas escritas. Este movemento discursivo transforma estes datos en *probas*. Cómpre notar que por datos enténdese, por unha banda, o fenómeno a explicar (os logros dos velocistas negros), e por outra banda, as oito informacións proporcionadas, como dieta, adestramento ou o xene ACTN3, reproducidas no anexo 5. Atendendo ao criterio a) datos específicos fronte a datos xenéricos, diferenciamos dúas subcategorías neste nivel:

Integra datos específicos na explicación causal: Correspóndese co nivel máis alto de calidade, argumentos que integran na xustificación datos específicos que apoian a súa conclusión, que os logros dos velocistas negros son o resultado dunha combinación entre a acción dos xenes e os factores do ambiente. Nesta categoría sitúanse as respostas escritas de dous grupos: F e G.

F (elixe a opción c): *"Porque se unha persoa ten o xene do deporte pero non entrena nen se alimenta ben, por muito que teña o xene non podra ir as olimpíadas ou outras competicións. Pero se tes o xene e aínda por encima entrenas e comes equilibradamente podes gañar"*

O grupo F integra tres datos específicos: o xene do deporte “ACTN3”, o adestramento e a alimentación na xustificación de por que elixiron a opción c. O argumento deste grupo represéntase no formato de Toulmin na figura 6.1

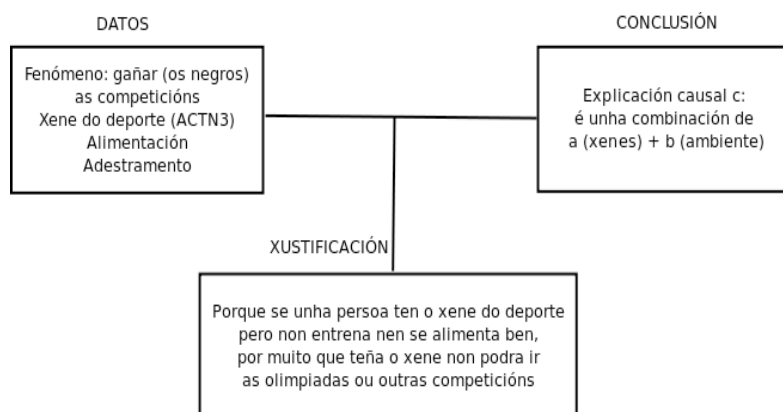


Figura 6.1 Argumento do grupo F representado no esquema de Toulmin.

A xustificación do grupo F constitúe unha oposición á explicación (a) que atribúe os logros dos velocistas negros só aos xenes. Nesta xustificación integran os xenes, a alimentación e o adestramento. Interpretamos que esta oposición non constitúe unha refutación, xa que non chegan a cuestionar as probas que apoian a explicación (a).

A resposta do grupo G está codificada no mesmo nivel:

G: "*Eleximos o apartado [sic] c porque creemos que é unha mezcla entre os xenes, a alimentación e o adestramento, xa que se non comes ben e adestras, por moito que teñas eses xenes, nunca estarás á altura do que poderías chegar a facer*"

Malia ser menos elaborada que a do grupo F, esta resposta incorpora datos específicos (xenes, alimentación e adestramento) na explicación.

Integra datos xenéricos na explicación causal: Argumentos que integran datos, mais refírense a eles de forma xenérica, como o grupo D.

D: "*Creemos que a opción máis acertada é a c posto que ambos factores son importantes para desenvolver o potencial dun determinado atleta*"

Este grupo presenta unha explicación causal, malia non estar moi ben formulada. Entendemos que cando din “ambos factores”, fan referencia a xenes e ambiente (citados nas opcións do guión), que consideran necesarios para

“desenvolver o potencial”, é dicir, o desempeño en atletismo. Pensamos que poden existir dúas posibles explicacións ao feito de non empregaren datos específicos: que non consideren necesario citar algo que aparece no guión da tarefa e que xa discutiron; ou alternativamente, que teñan dificultades para identificar que datos dos achegados constitúen probas relacionadas coa explicación c. Esta segunda cuestión abórdase na análise do debate oral.

6.2.2 *Categoría 2. Argumentos que mencionan os datos, mais non os integran nunha explicación. Os datos non chegan a ser “probas” (pseudoxustificación)*

Esta categoría inclúe as respostas que citan os datos de forma explícita e, na meirande parte dos casos, os interpretan adecuadamente, porén non son quen de articular unha xustificación que os integre. Denominamos esta categoría como *pseudoxustificación*, de forma semellante ao uso por Deanna Kuhn (1991, 2001) de *pseudoevidence*. Estas respostas pretenden dar unha xustificación, como o mostra o uso de marcadores lingüísticos como: 'porque' ou 'xustificamos', mais non chegan a integrar a información na explicación.

É a categoría máis numerosa, inclúe as respostas escritas de cinco grupos: B, C, E, H, que elixen a opción c (interacción xenos – ambiente), e I, que elixe a opción a (xenos). Ilustramos esta categorías coa análise das respostas de tres deles: E, B e I, de maior a menor nivel de calidade dentro do *continuum* (aínda que nestes casos non cómpre aplicar outros criterios para establecer subcategorías).

E: *Xustificamos esta afirmación [c] basándonos en datos como a táboa cos gañadores que relaciona a xenética co ambiente. Tamén o xustifica o documento ascendencia dos escravos.*

O grupo E menciona dúas informacións: a táboa de medallas de ouro e 'ascendencia de escravos', en apoio da opción c interacción xenos-ambiente. Interpretan correctamente a información da táboa de gañadores de medallas, indicando que relaciona a xenética co ambiente, mais non articulan estas

informacións nunha explicación sobre o desempeño dos atletas.

O grupo B elixe tamén a explicación c:

B: “*Porque inflúen tanto a xenética como o ambiente* [no desempeño en atletismo]. *Exemplo de xenética: os atletas de elite teñen unha proteína producida polo alelo do xene ACTN3. Exemplo de ambiente: medio e alimentación coas propiedades do ñame*”. [subliñado dos alumnos]

Reformulan a explicación c e apelan a tres datos, un que mostra a influencia dos xenes, “xene ACTN3”, e dous do ambiente “medio” e “ñame”, mais no canto de elaborar unha xustificación integrando estes datos, limítanse a citalos.

O grupo I é o único que elixe como mellor explicación a opción a (os xenes), porén cómpre sinalar que a súa resposta correspóndese coa c, influencia do ambiente “nos xenes” (entendemos que se refiren á súa expresión).

I: “*Estamos de acordo coa opción a porque todos estes factores inflúen nos xenes. Creo que inflúen varios como o adestramento e o que adoites a comer*”.

É preciso salientar que a variedade de datos que teñen en conta catro dos cinco grupos desta categoría, non inclúe os logros dos velocistas negros, é dicir o fenómeno a explicar. Só o grupo C o menciona. Interpretamos que o alumnado centra a súa atención máis en escoller a mellor explicación e apoiala con datos, que en integrar eses datos nunha explicación dos logros en atletismo, o que tal vez levaría a mencionalos.

6.2.3 Categoría 1, *Non distinguir entre o enunciado e a xustificación (resposta escrita), ou non mencionar os datos (debate oral)*

A resposta do grupo A consiste nunha reformulación do enunciado da opción c, facendo referencia de forma xenérica ao ambiente:

A [escolle c]: *Porque o ambiente inflúe nos seus xenes.*

As dificultades para diferenciar enunciados de xustificacións (ou de probas) constitúen un problema frecuente na argumentación do alumnado.

En resumo, oito dos nove grupos (todos agás o A), usan datos nas súas respostas. Porén, só tres, D, F e G, integran estes como probas nas súas explicacións. A figura 6.2 resume as posicións relativas das respostas escritas nun

continuum de maior a menor calidade da argumentación.

Calidade máis alta		Calidade máis baixa	
F– G	D	E– B – C – H– I	A
Integrar datos específicos na explicación	Integrar datos xenéricos na explicación	Mencionar datos, mais non integralos na explicación	Non distinguir entre enunciado e xustificación

Figura 6.2 Posición das respostas escritas nun *continuum* de maior a menor calidade.

6.2.4 Interpretación e uso dos datos

En canto aos datos, os utilizados con máis frecuencia nas respostas á pregunta 2 son tres: os xenes, a alimentación e o adestramento. Seis grupos (B, C, F, G, H, I) usan tanto xenes como alimentación e cinco (F, G, H, I, E), adestramento, ben en combinación cos dous anteriores en catro casos (F, G, H, I) ou non combinados con eles.

A pregunta 1 da tarefa pedía ao alumnado relacionar as oito informacións coas tres explicacións potenciais. A análise das respostas escritas indica que algúns datos resultaron máis doados de interpretar para o alumnado que outros. A táboa 6.2 resume os resultados das respostas a esta pregunta 1. Cómpre sinalar que no instituto Vila, por solicitude do profesor, ao contar con menos tempo, utilizáronse seis informacións, polo que as referentes á proteína ECA e á illa dos sprinters só se usaron no IES Serra. Os datos que foron interpretados con máis facilidade son o xene do deporte, a lonxitude das pernas, a influencia de comer ñame, e a influencia da roupa e do calzado de alta tecnoloxía. Outras, como a táboa dos medallistas olímpicos, suscitaron máis dificultades: dous grupos, C e I, entenderon que a información da táboa apoiaba a explicación a (xenes), e o grupo A que apoiaba a explicación b (ambiente). As dúas interpretacións son adecuadas, mais incompletas.

Datos / explicación	(a) Xenética	(b) Ambiente	(c) Interacción
1. <i>Xene ACTN3</i>	8 (A, B, D, E, F, G, H, I)		1 (C)
2. <i>Lonxitude pernas</i>	8 (A, B, C, D, E, G, I)		1 (F)
3. <i>Rutas barco escravos</i>	3 (A, D, H)	2 (C, F)	3 (B, E, G, I)
4. <i>Ñame</i>		9 (A-I)	
5. <i>Roupa e calzado de alta tecnoloxía</i>		9 (A-I)	
6. <i>Medallistas olímpicos</i>	2 (C, I)	1 (A)	6 (B, D, E, F, G, H)
Unicamente IES Serra			
7. <i>Proteína ECA</i>	3 (A, B, E)	2 (C, D)	
8. <i>Illa dos sprinters</i>	5 (A-E)		

Táboa 6.2 Relacións entre datos e explicacións en resposta á pregunta 1.

Cómpre sinalar que o noso obxectivo cando deseñamos o ítem da táboa dos medallistas olímpicos era achegar unha información que apoiase a interacción entre xenes (o que se indexaba coa mención á cor negra dos atletas) e ambiente (o país onde foron educados e adestrados os atletas). Parece que esta complexidade supuxo unha dificultade para o alumnado, como se discute na análise do debate oral.

6.3 Análise da calidade da argumentación nos debates orais

Neste apartado examinamos a construción de argumentos no debate oral, é dicir a análise da calidade da argumentación oral. Neste proceso de debate póñense de manifesto as dificultades do alumnado na construción de xustificacións e na integración de probas nos seus argumentos. En primeiro lugar, resúmense os

resultados da análise da calidade de argumentos de todos os grupos, e a continuación, discútese a análise de cinco grupos dos dous institutos Serra (A, B, C) e Vila (F, I), que representan distintos niveis de calidade da rúbrica nos argumentos escritos e orais.

Para a análise, en primeiro lugar divídense en episodios as transcripcións dos debates orais en pequeno grupo. Seguindo a Gee (2005), diferenciamos os episodios en función da actividade realizada ou da cuestión discutida. Polo que consideramos un novo episodio cando a conclusión varía. Destes episodios temos en conta na análise só aqueles que inclúen argumentos. Consideramos que un argumento está formado por unha conclusión, a xustificación e as probas que o sustentan (xunto con outros compoñentes), independentemente de que estea enunciado por un estudante ou por varios. Noutras palabras, consideramos que unha serie de turnos de palabra son parte dun mesmo argumento cando apoian *a mesma conclusión*.

En segundo lugar, codificamos cada argumento empregando a rúbrica discutida no apartado anterior. As investigadoras codificaron de forma independente as transcripcións de catro grupos, alcanzando un acordo inicial dun 80%. Logo, discutíronse as diferencias até chegar a un acordo de máis do 90% entre as dúas. O resto de grupos foron codificados pola doutoranda e revisados por ambas. A táboa 6.3 resume o número de argumentos nas dúas primeiras preguntas da tarefa e nas tres categorías para cada grupo.

Cómpre salientar que os enunciados orais, en particular da primeira pregunta da tarefa, considerámoslos da categoría 1 cando non mencionan datos e os estudantes só propoñen un enunciado, o cal non implica necesariamente que confundan o enunciado coa xustificación.

En total, identificáronse 65 argumentos, dos cales 48 corresponden á pregunta 1, que pedía ao alumnado que información apoiaba cada explicación A, B ou C, e 17 corresponden á pregunta 2 (elección xustificada da mellor explicación). Esta diferenza no número de argumentos entre as dúas preguntas poderíase explicar porque os alumnos tiñan que relacionar oito informacións coas explicacións, e cada unha destas correspondencias é considerada un argumento

aínda que sexa breve.

Grupos (nº)	Categoría 3		Categoría 2		Categoría 1	
	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 1	Preg. 2
A (6)	–	2 (A1, A2)	–	–	4 (A3-A6)	–
B (6)	–	–	2 (B1, B2)	2 (B5, B6)	2 (B3, B4)	–
C (8)	–	1 (C8)	–	2 (C6, C7)	5 (C1-C5)	–
D (10)	2 (D1, D2)	–	3 (D5-D7)	2 (D9, D10)	3 (D3, D4, D8)	–
E (4)	1 (E1)	–	–	1 (E4)	2 (E2, E3)	–
F (8)	2 (F2, F3)	–	–	1 (F6)	3 (F1, F4, F5)	–
G (7)	–	1 (G7)	–	–	6 (G1-G6)	–
H (8)	2 (H2, H4)	1 (H8)	–	1 (H7)	4 (H1, H3, H5, H6)	–
I (10)	–	2 (I8, I10)	–	1 (I9)	7 (I1-I7)	–
65	7	7	5	10	36	–

Táboa 6.3 Argumentos orais nas tres categorías. **Preg. 1:** pregunta 1; **Preg. 2:** pregunta 2; **A1:** argumento 1 grupo A.

En canto á calidade dos argumentos, máis da metade, 36, foron codificados na categoría 1. Todos eles corresponden á primeira pregunta, a cal non requiría xustificar por que relacionaron cada unha das informacións coa explicación. O número de argumentos na categoría 2 é 15, dos que 5 corresponden á pregunta 1 e 10 á pregunta 2; e na categoría 3 é 14, dos que 7 corresponden á pregunta 1 e 7 corresponden á pregunta 2.

Cómpre salientar que os argumentos orais de cinco grupos se sitúan en niveis superiores ás súas respostas escritas finais. Por exemplo, sitúanse na

categoría 3 algúns dos argumentos orais dos grupos A (no escrito na 1), C, E, H e I (os escritos na 2). Estas diferenzas abórdanse na discusión de resultados. A continuación discútense os debates en cinco grupos (A, B, C, F, I). Estes cinco grupos son representativos:

1) o A porque os argumentos orais sitúanse en niveis superiores ao escrito. Ademais, inclúen criterios de calidade como integrar datos específicos nas xustificacións e ser co-construído por varios estudantes.

2) o B porque os argumentos orais sitúanse no mesmo nivel que o escrito (categoría 2) e mostran dúas posturas opostas sobre a causa dos logros en atletismo.

3) o C por ser o único grupo no que a discusión conleva un cambio de postura sobre a causa dos logros en atletismo. Ademais, o discurso amosa certo grao de meta-coñecemento sobre o uso de probas, e os criterios (implícitos) de considerar a información fiable.

4) Os grupos F e I por discutir a pregunta 1 e mostrar como os alumnos interpretan algunhas informacións e as dificultades que teñen. O grupo I é o único que apoia a explicación a (xenes), polo menos nominalmente.

Os alumnos identifícanse mediante pseudónimos. No instituto Serra, parte do alumnado participou no estudo de caso 2 (EC2) sobre Darwin, para estes alumnos mantivemos os pseudónimos utilizados nese estudo; e para os alumnos novos, empregamos pseudónimos que comezan pola letra R. No caso dos alumnos do instituto Vila, os pseudónimos comezan pola letra do seu grupo (do G ao H). As transcripcións reproducense no idioma empregado polo alumnado e os profesores (galego, castelán e as veces unha mistura de ambos). Non se corríxen os erros ortográficos. As aclaracións aparecen entre [corchetes]. No Anexo 6 (CD) recóllense as transcripcións completas.

Grupo A: co-construción de xustificacións integrando probas

O fragmento correspóndese co episodio 4 (turnos 25-47), no que o alumnado discute a *pregunta 2*, que lles pedía elixir a mellor explicación causal sobre os logros dos velocistas negros e xustificar a súa elección apoiándose nos datos

achegados. Os alumnos discuten e ao mesmo tempo tratan de escribir a súa resposta. A táboa 6.4 resume os episodios identificados na discusión oral deste grupo. Nos tres primeiros episodios, de introdución da tarefa e repaso de conceptos, non se identificou ningún argumento. A táboa 6.5 resume os argumentos e os turnos que inclúen. Os argumentos A1 e A2 son dialóxicos, incluíndo os mesmos turnos.

EPISODIO (TURNOS)	ACTIVIDADE P (profesor, Quiroga), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1.1-9)	P e I introducen a actividade. 1A le en alto a actividade	Introdución da actividade
2 (10-15)	P pregunta por conceptos de xenética introducidos na sesión 1 A responden preguntas	Repaso: conceptos de xenética (xenes e cromosomas)
3 (16-24)	I explica a pregunta 2 2A preguntan dúbidas Quiroga introduce unha meta-reflexión (uso de probas)	Introdución da pregunta 2: Cal é a mellor explicación?
4 (25-47)	6A discuten a pregunta 2: – 5A (Elba, Brais, Camilo, Alumno, Catuxa) tratan de xustificar C. – 1A (Roberto) solicita xustificar o papel dos xenes.	Pregunta 2: Cal é a mellor explicación?
5 (48-54)	I pregunta cal é a mellor explicación e solicita datos que a apoién. 3A responden: – 3A (Brais, alumno e Camilo) repiten opción C. – 1A (Brais): relaciona 4 informacións con cada explicación	Relación entre datos e explicacións.

Táboa 6.4 Episodios segundo a actividade e a cuestión discutida no grupo A, sesión 3.

Episodio 4 (turnos 25-47)	Episodio 5 (turnos 48-54)
A1, A2 (turnos 25-46)	A3 (turno 53.1) A4 (turno 53.2) A5 (turno 53.3) A6 (turno 53.4)

Táboa 6.5 Argumentos grupo A.

25 Brais: *A ver, escribe aí!*

- 26 Roberto: *Dime por que é o ambiente?*
27 Elba: *Unha persoa que non se alimente non pode correr ben porque non está ben alimentado.*
28 Brais: *É unha combinación de ambas porque o ambiente inflúe nos xenes. Por exemplo se naces nun lugar onde non hai (...) [inaudible]*
29 Alumno: *Claro, pero aí só estás xustificando o ambiente! Pero os xenes tamén! Se o teu pai é un escuchimizado, entón non poderás ser un cachas igual.*
30 Roberto: *Si, e como xustificas iso?*
31 Brais: *Porque vas ao gimnasio. É o dos caracteres adquiridos*
32 Alumno: *Claro!*
33 Brais: *É así porque o ambiente inflúe nos xenes*
34 Roberto: *Si, e os xenes que?*
35 Camilo: *E que os xenes van ser os mesmos*
36 Brais: *Por que se dan as mutaciones?*
37 Roberto: *Que ten que ver o ambiente?*
38 Brais: *Como que ten que ver? se vai todo relacionado*
39 Camilo: *A ver, estamos falando de correr máis ou menos*
40 Alumno: *Si, e os xenes? Que ten que ver os xenes entonces?*
41 Elba: *Que se desenvolvan!*
42 Brais: *Claro! Tu podes ter o gen de ser un gilipollas e logo resulta que non o desenvollos*
43 Roberto: *Tu por moito que te entrenes no medio, se non tes o gen de ser potente, non vas a ser potente*
44 Brais: *Non que va!*
45 Camilo: *Entonces, estaste contradecendo outra vez!*
46 Catuxa: *Pero o ambiente inflúe na xenética*
47 Roberto: *Pero non en correr máis! E ti solo explicas la B!*

Este episodio é principalmente un debate entre Brais, quen propón a opción C, atribuíndo a causa destes logros a unha combinación dos xenes e do ambiente – malia que o formula dun xeito confuso "o ambiente inflúe nos xenes" (turno 28) –, e Roberto, que pide que se inclúan na xustificación referencias ao papel dos xenes no desempeño en atletismo. Dúas alumnas, Elba e Catuxa, apoian a Brais. A primeira, achega como xustificación a alimentación (turno 27) e a segunda repite a conclusión (turno 46). Brais achega dúas xustificacións, unha sobre o lugar de nacemento, probablemente relacionada coa táboa dos gañadores de medallas de ouro, e outra sobre o adestramento. A referencia ao xene de 'ser gilipollas', poderíamola considerar como outra xustificación.

Consideramos que este argumento, A1, de Brais, Elba e Catuxa, está situado

na categoría 3 porque ademais de achegar varias xustificacións integrando datos específicos, inclúe outros criterios de calidade como ser co-construído por varios estudantes. A figura 6.3 representa este argumento no formato de Toulmin, mostrando os datos que se integran nas xustificacións.

O segundo argumento neste fragmento, A2, non se centra en responder á tarefa, senón na necesidade de xustificar ambos factores (ambiente e xenes) na explicación C. Roberto insiste nesta cuestión, sinalando en varias ocasións que se trata dunha xustificación incompleta, que menciona só as probas relacionadas co ambiente. Camilo apoia a Roberto.

Interpretamos este segundo argumento, outro exemplo de cooperación tamén codificado na categoría 3, como un exemplo interesante do meta-coñecemento sobre o uso de probas.

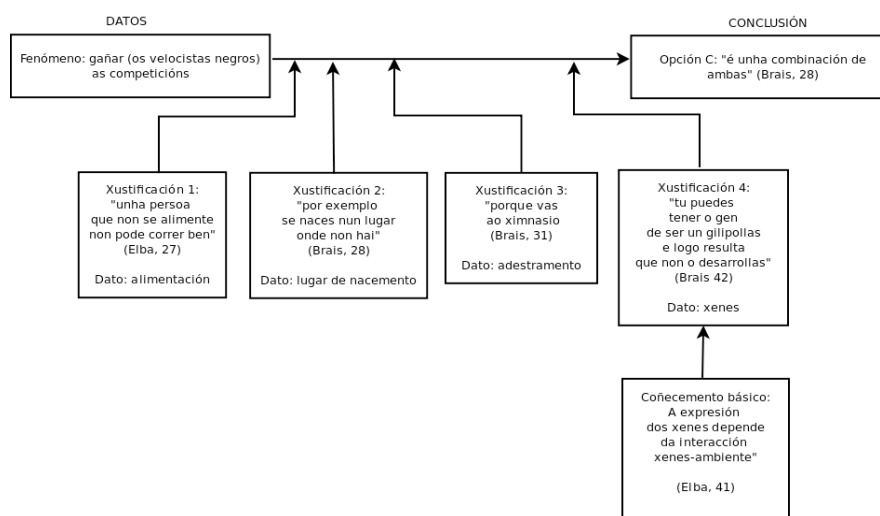


Figura 6.3 Argumento A1 no formato de Toulmin sinalando os datos que se integran na xustificación.

Resumindo, da análise deste grupo emerxen dúas cuestións:

1) Algúns alumnos do grupo A apoian o argumento A1 cunha serie de probas e xustificacións moito máis sofisticadas que o enunciado da súa reposta escrita, codificada na categoría 1. Estas diferenzas discútese máis adiante, aínda

que podemos anticipar que o contexto, un debate no que existe oposición a cada intervención, podería explicar por que os alumnos senten a necesidade de sustentar con probas as súas conclusións no debate oral.

2) Parece que o procedemento utilizado polo alumnado para resolver a tarefa consistiu máis en seleccionar unha explicación (A, B ou C) e logo buscar datos e xustificacións que a apoien, que nunha análise sistemática das probas que sustentan unha conclusión.

No grupo A parece que todos os alumnos coinciden na elección da explicación C, e os desacordos son sobre o énfase nas xustificacións.

Grupo B: argumentos opostos

No discurso deste grupo identificáronse seis argumentos, catro na categoría 2 e dous na categoría 1 (ver táboa 6.3), que se desenvolven nos episodios 3 e 5. Na táboa 6.6 móstranse os turnos que inclúe cada un dos argumentos.

Episodio 3 (turnos 16-30)	Episodio 5 (turnos 40-50)
B1 (turnos 16-25)	B5 (turno 40-50)
B2 (turnos 17-25)	B6 (turno 44-46)
B3 (turnos 26.1-28)	
B4 (turno 29)	

Táboa 6.6 Argumentos grupo B.

Reproducimos o fragmento que se corresponde cunha discusión ao final da sesión (episodio 5, anexo 6) na que se opoñen dúas explicacións, B (ambiente) e C (interacción xenes – ambiente).

40 Roxelio: *Que é o que temos que decir?*

41 Alumna: *Cal é a mellor explicación e justifica en base aos datos. Eu collía a B e a C.*

42 Delia: *Hai que decir que lle afectan os genes que teñen e ...*

43 Roxelio: *e a cultura*

44 Ruth: *Eu diría que é a B. Polo ñame este. Porque está..., porque o que inflúe é a alimentación.*

45 Delia: *E os genes non inflúen?*

46 Ruth: *Non*

47 Roxelio: *La del anuncio este [xene ACTN3] tamén está dicindo que inflúen os genes! Entón é a C.*

48 Roque: *Son as dúas. Ademais a do ñame o dixo o pai de Usain Bolt*

49 Roxelio: *E con que o explicamos? Hai que explicar con todo isto? Entón é a C.*

50 Roque: *Son as dúas*

Este fragmento mostra dous argumentos dentro deste grupo B que revelan distintas posturas sobre a causa que explica os logros dos velocistas negros. Tres estudantes, Delia, Roxelio e Roque colaboran na identificación de datos a favor da opción C, interacción xenos – ambiente. Roxelio apela á información do xene ACTN3 e Delia menciona tamén aos xenos. Por outra banda, Roxelio menciona a cultura (de Xamaica, onde o atletismo ten tradición) algo que non se inclúe nas informacións que discutían, mais do que se fixeron eco os medios despois das vitorias de Usain Bolt. Este argumento, B5, foi codificado na categoría 2, xa que os alumnos mencionan os datos, mais non os integran na explicación.

Por outra banda, Ruth elixe a opción B, só o ambiente, apelando aos datos sobre a alimentación, en particular ao ñame. Trátase dunha referencia á información da prensa que di: *"O pai de Usain Bolt explica as vitorias do seu fillo nas propiedades extraordinarias do Ñame ou Yam, un xénero de planta tropical cun tubérculo que se utiliza na alimentación da illa xamaicana"*, xunto cunha imaxe dunha camiseta que leva impresa a frase: *"Got yam? Food of champions"*. Ruth vai máis aló e respóndelle a Delia que os xenos non inflúen. O seu argumento, B6, codificámolo tamén na categoría 2.

Estes alumnos incluíron estas dúas informacións, o xene ACTN3 e o ñame, como exemplos da influencia dos xenos e do ambiente na súa resposta escrita apoiando a opción C, formulada xusto despois deste debate. Hai que sinalar que o propósito de incluír o ñame entre as oito informacións é promover entre o alumnado a distinción entre unha proba e unha opinión, unha cuestión que se aborda na pregunta 3 da tarefa, que lles preguntaba que informacións son probas e por que. Malia que pode entenderse que Roque critica implicitamente a información do ñame (turno 48), igual que outros grupos que a consideraron de forma explícita unha opinión, o grupo B incluíuna finalmente na súa resposta

escrita. Interpretamos que pode haber dúas razóns que explican isto: unha, que as críticas de Roque non foron rexistradas polos seus compañeiros, ou non as consideraron relevantes; outra, que os alumnos quixeran facer concesións a Ruth, a única alumna que non está de acordo no grupo.

Grupo C: un cambio de postura

No discurso deste grupo identificáronse oito argumentos, cinco na categoría 1, dous na categoría 2 e un na categoría 3 (ver táboa 6.3) nos episodios 3 e 5. Na táboa 6.7 móstranse os turnos que inclúe cada argumento.

Episodio 3 (16-28)	Episodio 5 (37-68)
C1 (turnos 16-19)	C6 (turnos 37-45)
C2 (turnos 20-22)	C7 (turnos 46-59)
C3 (turnos 23- 24)	C8 (turnos 60-68)
C4 (turnos 25-26)	
C5 (turnos 27-28)	

Táboa 6.7. Argumentos grupo C.

Ao final da sesión (episodio 5), hai tres argumentos consecutivos (C6, C7 e C8) sobre a causa que explica os logros en atletismo, que conlevan un cambio de posición a partir do turno 46. A continuación reproducécese o fragmento de transcripción correspondente a esta discusión. Os turnos omitidos indícanse mediante unha liña de puntos e os comentarios [entre corchetes].

37 Roi: *Eu penso que é a. Porque un blanco tamén se pode entrenar. Os blancos tamén se alimentan tío. Entón será polos genes*

38 Bernal: *Pero basandonos nesto* [na información achegada], *pois non sei.*

39 Carmelo: *Pero cando se marca a diferencia é en iguais condicións*

40 Roi: *Pois é o que che está dicindo! Que en iguais condicións son mellores os negros*

[os alumnos miran ás informacións achegadas]

41 Rosendo: *Eu penso que é A. Porque en igualdade condicións as persoas negras son moi superiores as brancas. E isto é debido aos seus xenes, xa que a alimentación e o seu ambiente poden ser igualados tanto en persoas negras como en persoas brancas, quedando como única diferencia os seus xenes. En igualdade de condicións, aínda así seguirían a ser superiores cas persoas brancas*

42 Bernal: *Eu penso que sí! (...)*

-
- 53 Amaia: *E como sabes que aí ten a mesma alimentación?*
- 54 Roi: *A ver, se van a competir, intentarán alimentarse todo o mellor que poidan, non?*
- 55 Rosendo: *Si, pero tes que basearte nalgo desto* [na información achegada]
- 56 Alumno: *A alimentación da illa Jamaicana é diferente é por eso corren moito*
- 57 Carmelo: *Pero esto é mentira*
- 58 Roi: *E mentira por que?*
- 59 Carmelo: *Porque o di o pai. Pero non temos porque basearnos nesto. Podemos basearnos noutras*
- 60 Amaia: *Pero tamén pode ser a c*
- 61 Alumno: *Si*
- 62 Roi: *Si, e na C, como xustificas?*
- 63 Ramiro: *Pois con todo! xustificas co da illa xamaicana e con esto* [xene ACTN3]. *Aquí dice que Usain Bolt comendo un tubérculo ou algo así se fixo mellor. Aunque claro, Usain Bolt tamén é negro e non nos vale*

O primeiro argumento C6 desenvólvese desde o turno 37 ao 45. Catro alumnos colaboran na construción dunha xustificación sobre a opción A, xenes. Como se pode apreciar na transcripción, os alumnos recoñecen a influencia dos factores ambientais, como a alimentación, malia que consideran aos xenes cruciais no desempeño en atletismo. Interpretan o desempeño en atletismo como un efecto sobre todo da dotación xenética, na que, aínda recoñecendo a influencia da alimentación e adestramento, os xenes teñen "o último que dicir".

Roi (turno 37) e Rosendo (turno 41) elaboran unha explicación integrando probas, codificada na categoría 3, sobre como en circunstancias similares os negros gañarían. Porén non teñen en conta outros datos que a explicación debería integrar: que con dotación xenética similar, os negros vivindo en distintas circunstancias, por exemplo en África e USA, non terían a mesma alimentación e adestramento, o que daría lugar a distintos desempeños. Poderíamos dicir que mais que interpretar os desempeños en termos de interacción xenes – ambiente, parecen entender que o ambiente "inflúe nos xenes", e que son estes os principais axentes causais.

No turno 47 Amaia comeza a cuestionar esta posición, poñendo en dúbida os supostos de que atletas brancos e negros teñan a mesma alimentación,

iniciándose o argumento C7, que vai desde o turno 46 ao 59. Amaia cuestiona a Roi e Carmelo de forma continua, preguntando: "como o sabes?", até que unha das súas preguntas: "E como sabes que aí ten a mesma alimentación?" (turno 53), causa desacordo entre os estudantes que apoian a opción A. Mentres Roi trata de defender a súa postura, Rosendo apoia a Amaia, lembrando que deben basear as súas posicións nas informacións achegadas, o cal implica que supostos como o de Roi (turno 54), poden ser válidos. O argumento remata con Carmelo cuestionando a información do ñame (turnos 57, 59). Este argumento C7 foi codificado na categoría 2. Hai que sinalar que o discurso do alumnado, por exemplo o de Rosendo e Carmelo, mostra certo grao de meta-coñecemento sobre o uso de probas: a necesidade de relacionar os datos coa conclusión, e os criterios (implícitos) para considerar a información fiable.

Amaia no turno 60 inicia un terceiro argumento, C8, do cal só se reproducen uns poucos turnos. Esta alumna propón a opción C e Ramiro coopera identificando datos que apoian esta opción. Codificamos este argumento na categoría 2, xa que só menciona os datos. Cómpre salientar que os alumnos elixen a opción C na súa resposta escrita, malia que apoian a súa elección cunha xustificación similar a do argumento C6, na que escollían A: *"En igualdad de condicións, gana un negro. Se a alimentación é a mesma a diferencia está marcada polos xenes"*. Ao comparar esta resposta escrita co argumento C6, emerxen dúas cuestións:

(1) Que o argumento oral integra as probas na xustificación, sendo codificado na categoría 3, mentres que o argumento escrito só menciona os datos.

(2) Parece que despois das discusións e as intervencións de Amaia, os alumnos que apoiaban a opción A decátanse de que o significado dos datos identificados no argumento C6 é que ambos factores, non só os xenes, contribúen ao desempeño en atletismo. Porén os alumnos non recoñecen de forma explícita o seu cambio de postura.

O cambio de postura entre os alumnos no é algo frecuente, polo que consideramos interesante o caso deste grupo .

Grupo F: Interpretar os datos e conectalos coa conclusión

Desde o principio da sesión, no episodio 2, os alumnos tratan de responder á pregunta 1 na que se lles pregunta que informacións apoian cada unha das opcións (A, B e C). A táboa 6.8 mostra os argumentos deste grupo. Reproducimos algúns turnos do episodio 2.

Episodio 2 (turnos 2-41.1)	Episodio 3 (turnos 41.2-56)
F1 (turnos 2-4)	F6 (turnos 41.2-45)
F2 (turnos 5-20)	
F3 (turnos 5-20)	
F4 (turnos 24-31)	
F5 (turnos 38.2-41.1)	

Táboa 6.8 Argumentos grupo F.

- 5 Felisa: *Esto [lonxitude pernas] es en el B [ambiente]*
- 6 Profesor Val: *A ver, tendes algunha xa?*
- 7 Faustino: *Si, o xene do deporte, é o A [xenética]*
- 8 Profesor Val: *Vale, de acordo. Agora do B.*
- 9 Fins and Felisa: *Lonxitude das pernas*
- 10 Faustino: *Non! Lonxitude de pernas es el C [interacción]*
- 11 Fins: *Si, coa alimentación si.*
- 12 Felisa: *Puede ser*
- 13 Fanny: *¡No, no te van a alargar más las piernas!*
- 14 Fins: *Sí, pero no tienes las piernas fuertes ni tienes nada.*
- 15 Faustino: *Ah! Si no vas al gimnasio, o sea... ¿no vas a tenerlas fuertes?*
- 16 Fanny: *Claro*
- 17 Felisa: *Si no comes pues no tienes nada*
- 18 Faustino: *A ver ¿es el C?*
- 19 Felisa: *Pero ¿si tu no comes?*
- 20 Faustino: *Si tres dicen que si [que es la C], es que si. Mayoría.*
- 21 Felisa: *La tabla [medallistas] ¿hay que colocarla también?*

Existen dous argumentos opostos en relación a información publicada na prensa sobre a lonxitude das pernas: "*Un estudio científico estadounidense indica que as pernas dos deportistas negros son máis longas en relación coa súa talla que as dos brancos. Isto podería explicar a súa superioridade nas carreiras: a máis lonxitude das extremidades inferiores, que actúan de palancas de impulsión, máis velocidade dos corredores*".

Felisa e Fins (argumento F2) defenden que a información apoia a influencia

do ambiente, mentres que Faustino e Fanny (argumento F3) opinan que apoia a interacción xenes – ambiente (C). Cómpre sinalar que ningún deles relacionou esta información coa opción A, xenes. Mentres que a información sobre o xene ACTN3 foi identificada en todos os grupos, incluíndo o F, como a favor da opción A, a información 'lonxitude das pernas' resultou controvertida. Unha razón que explica estas diferenzas na identificación dos datos é que o primeiro, xene ACTN3, inclúe as palabras "xene" e "xenética" (ver anexo 5), mentres que o segundo, a lonxitude das pernas, non.

A lonxitude das pernas, do mesmo xeito que a estatura, non só depende dos xenes, senón tamén dunha alimentación axeitada. De todas maneiras, a noticia de prensa céntrase nas diferenzas innatas entre negros e brancos, polo que se esperaba do alumnado que identificasen que estes datos apoian a opción A. De forma resumida, relacionar esta información coa opción A ou C é igualmente aceptable, mentres que non é adecuado facelo coa opción B. As dificultades do alumnado para explicar como as probas apoian determinadas conclusións foron sinaladas por outros autores, por exemplo Sandoval e Millwood (2005).

Despois de que Faustino (turno 10) se opón á relación destes datos con B, Fins sinala que a alimentación inflúe; o alumno apela a estes datos para apoiar a súa conclusión en F2. Interpretamos que Fanny (turno 13) apoia a Faustino, amosando escepticismo sobre o papel da alimentación, ao que Fins se opón mediante unha xustificación que conecta os datos (alimentación) coa súa conclusión sobre a influencia na lonxitude das pernas. Faustino (turno 15) pregunta de forma irónica se un precisa adestrarse para ter as pernas fortes e, despois dunha serie de turnos, interrompe o discurso apelando a 'regra da maioría', que é aceptada de forma implícita por Felisa (21), que pregunta por unha proba distinta dando a discusión por concluída. Hai que sinalar que esta norma sobre as maiorías non existe na clase. Ao contrario, o profesor sinaloulles de forma explícita, que en caso de desacordo, deberían formular as dúas posturas no informe escrito. Ambos argumentos codifícanse na categoría 3, xa que integran datos na xustificación.

Grupo I: Interpretar o significado dos datos

No discurso deste grupo identifícanse dez argumentos nos episodios 2, 3 e 5 (anexo 6). Seis argumentos son da categoría 1, un argumento da 2 e tres da 3 (táboa 6.3).

Episodio 2 (2-55)	Episodio 3 (56-85.2)	Episodio 5 (86-105)
I1 (turnos 8-15)	I8 (turnos 56-76)	I9 (turnos 86-92)
I2 (turnos 16-29)		I10 (turnos 93-105)
I3 (turnos 30-36)		
I4 (turnos 37-38)		
I5 (turnos 41-44)		
I6 (turnos 45-51)		
I7 (turnos 54-55)		

Táboa 6.9 Argumentos do grupo I

Un exemplo dun argumento do grupo I (I8) que apoia a opción A, os xenes, ilustra as dificultades destes alumnos para interpretar o significado das informacións.

59 Iolanda: *Si [apoia a opción A] porque va todo en los genes. O sea, ponían uno [información] que podía ser por la ropa [calzado de alta tecnoloxía e chaleco], ¿no? Pero por mucho que tú te pongas si tu ya de por sí eres lento, si tú no tienes la habilidad de correr. Por mucho que te pongas unos tenis que vuelen vas a ser lento igual.*

60 Investigadora: *Y por ejemplo esta táboa, que interpretáis?*

61 Irma: *Que los negros son más ágiles y que tienen además las piernas más largas*

62 Iolanda: *Y eso va en los genes! porque tienen las piernas más largas!*

63 Investigadora: *Pero aquí [táboa de medallistas] dice algo de las piernas?*

64 Irma: *No, ahí dice que corren más (...)*

66 Iolanda: *Y que nacen todos en la parte de..., fuera de África, en EEUU*

67 Investigadora: *E que significa iso?*

68 Iolanda: *Que no son de África!*

69 Isabel: *Pues que tiene que ver el clima también*

70 Iolanda: *Pues que no tiene que ver el clima! Que lo que tiene que ver son los genes!*

72 Isabel: *Y porque todos son negros? y por que no gana un blanco?*

73 Irma: *Pues porque lo llevan en los genes! Y los blancos tienen otros genes!*

Iolanda integra os datos sobre roupa e calzado de alta tecnoloxía na súa

xustificación apoiando a opción A, polo que este argumento I8 codificámolo na categoría 3. O episodio céntrase na interpretación da táboa dos gañadores de medallas de ouro en atletismo.

A principal dificultade foi interpretar que ningún dos atletas foron nados e adestrados en África. Isabel (turno 69) cuestiona a interpretación de Iolanda sobre a táboa de medallistas; Iolanda interprétaa como proba da variedade ambiental, de que a influencia do ambiente non é importante, non da ausencia de atletas adestrados en África. Cómpre sinalar que o profesor, ao inicio da tarefa, fai fincapé no feito de que non haxa atletas africanos entre os gañadores. Irma e Iolanda atribúen exclusivamente aos xenes os resultados neste desempeño, sinalando que "los blancos tienen otros genes", o que parece que está relacionado cunha comprensión sobre a diversidade xenética en termos de diferenzas entre xente con distinta cor de pel. Finalmente este grupo apoia a explicación A, xenes, aínda que na resposta escrita inclúen referencias aos factores ambientais, como se aborda no apartado anterior.

6.4 Discusión. Dificultades na articulación de probas na xustificación

Nesta parte do estudo referida tamén á primeira pregunta de investigación: *Como usa o alumnado as probas na avaliación de enunciados científicos sobre as interaccións xenes-ambiente?*, abórdase o papel das *xustificacións* na argumentación e faise unha proposta sobre a utilidade de diferenciar os *datos* e as *probas* das *xustificacións*. Malia que en numerosos estudos e ferramentas de análise (por exemplo, Erduran et al., 2004; Zohar e Nemet, 2002) estes compoñentes aparecen aglutinados como 'probas' ou 'compoñentes da xustificación', pensamos que existen razóns, *teóricas*, *educativas* e *analíticas*, para apoiar a distinción destes elementos. En particular no estudo dos argumentos neste contexto das explicacións causais.

Desde unha *perspectiva teórica*, suxerimos que os datos e as probas por unha banda; e por outra, as xustificacións, teñen distinto estatus epistémico (Kelly

e Takao, 2002). Os datos e as probas están máis próximos aos feitos e ás observacións, mentres que as xustificacións teñen un estatus epistémico intermedio entre os datos e os enunciados teóricos. Correspóndense tamén con compoñentes distintos da argumentación de entre os propostos por Sampson e Clark (2008): os datos e as probas correspóndense con compoñentes da información, malia ter un papel particular no discurso; e as xustificacións con procesos de razoamento.

Desde a perspectiva da súa *relevancia nas clases de ciencias*, consideramos que as xustificacións son necesarias para axudarlle ao alumnado a entender a conexión entre os datos e as conclusións. As xustificacións están normalmente implícitas. Suxerimos que facer explícitas as xustificacións podería axudarlle ao alumnado a interpretar os datos.

A *perspectiva analítica* é a principal cuestión neste estudo, xa que propoñemos unha rúbrica para avaliar a calidade da argumentación, usando como criterio central a presenza de xustificacións. A rúbrica aplícase aos argumentos, tanto escritos como orais de alumnado de secundaria nunha tarefa que require a interpretación de probas da interacción xenes – ambiente.

Hai que salientar que ademais da distinción entre datos e xustificacións, concordamos con Koslowski et al. (2008) en diferenciar os datos das probas. Para estes autores a información chega a ser proba cando pode ser incorporada nunha explicación causal. A categoría de máis calidade na rúbrica que propoñemos correspóndese cos argumentos que inclúen este tipo de xustificacións, integrando as probas na explicación.

A rúbrica para a análise da calidade de argumentos escritos e orais inclúe tres categorías: 3) argumentos que integran datos na xustificación; 2) argumentos que mencionan os datos, mais non os integran nas explicacións; 1) argumentos que ou ben, non distinguen as xustificacións do enunciado (escrito), ou ben, non mencionan os datos (oral). Outros criterios empregados para dividir a categoría 3) en subcategorías son: datos específicos vs. datos xenéricos e a co-construción de argumentos. Malia que pensamos que a capacidade para construír unha

refutación constitúe un criterio de calidade axeitado en contextos de oposición (Erduran et al., 2004; Kuhn, 1991), en *contextos cooperativos*, como o traballo en pequeno grupo, é preciso considerar tamén a capacidade para construír argumentos de forma cooperativa.

Poderíase discutir se os enunciados que non inclúen datos, noutras palabras, que son unicamente conclusións, consideráanse argumentos ou non. Algunhas rúbricas consideran que constitúen o nivel máis baixo na argumentación, mentres que outras non os consideran argumentos. Para o contexto deste estudo constitúen o nivel máis baixo na argumentación. Nos debates orais, todos os enunciados codificados na categoría 1 correspóndense coa primeira pregunta da tarefa na que se lle pedía ao alumnado que decidise que explicación apoiaba cada unha das informacións. Trátase dunha tarefa distinta a elixir e xustificar unha explicación, e na maioría dos casos (aínda que non en todos) é evidente que o alumnado non considerou necesario xustificar a súa elección.

O único argumento escrito que foi codificado na categoría 1, o do grupo A, constitúe nunha mera reformulación do enunciado. Por outra banda, a análise do debate oral deste grupo revela unha argumentación máis sofisticada, o que non se trasladou ao informe escrito.

Isto mostra unha certa correspondencia entre a calidade dos argumentos escritos e orais. Dos argumentos escritos, só tres dos nove codificáronse na categoría 3, cinco na 2 e un na 1. Os argumentos orais da primeira e segunda parte da tarefa sitúanse en distintas categorías. Todos os enunciados da categoría 1 corresponden á primeira pregunta da tarefa. Dos argumentos que se refiren á segunda pregunta, 14 sitúanse na categoría 3 e 15 na categoría 2.

Por outra banda en cinco grupos hai argumentos codificados en niveis superiores aos argumentos escritos. Esta maior complexidade nos debates orais foi sinalada noutros estudos (Berland e McNeill, 2010) e dentro do noso programa de investigación (Bravo-Torija e Jiménez-Aleixandre, 2011). Unha das condicións identificadas por Kelly, Druker e Chen (1998) que da lugar á ás xustificacións en pequenos grupos é a oposición entre distintas conclusións. Nesta tarefa,

identificamos unha mellor calidade nos episodios nos que hai un maior desacordo entre os alumnos, como no caso dos grupos F e H. Isto é comprensible xa que cando os alumnos do grupo non están todos de acordo, precisan xustificar o seu punto de vista, o cal non sempre acontece cando están todos de acordo. Berland e McNeill (2010) propoñen a necesidade de convencer a unha audiencia como unha razón potencial para un maior nivel de calidade do discurso. Como suxiren Bravo-Torija e Jiménez-Aleixandre (2011) os contextos orais e escritos presentan distintas dificultades epistémicas para o alumnado.

Outro factor que hai que ter en conta é o tipo de interaccións dentro do grupo. Como suxiren Sampson e Clark (2008), a forma en que os membros dun grupo interaccionan entre eles pode influír nos resultados do grupo. Nalgúns episodios codificados no nivel máis alto, hai un alumno, Roberto, no grupo A, ou Amaia, no grupo C, que solicita aos seus compañeiros que xustifiquen os seus argumentos. Isto aconteceu cunha maior frecuencia entre o alumnado do instituto Serra (grupos A e E), no cal tamén os alumnos fan referencias que interpretamos como meta-coñecemento. Esta tarefa proporcionoulle oportunidades ao alumnado para facer explícitos os criterios sobre o que constitúe unha proba axeitada, malia que non todos os grupos fixeron isto do mesmo xeito. Relacionamos estas diferenzas co enfoque de ensinanza do profesor do instituto Serra, que implica ao seus alumnos en proxectos de indagación e traballa o uso de probas nestes proxectos. O enfoque de ensinanza das dúas aulas abórdase no capítulo 9.

En relación ás dificultades do alumnado na construción de xustificacións integrando probas e, en xeral, en usar probas, identificamos estas dúas:

1) *Identificar o propósito da tarefa.* Isto reflíctese na confusión do alumnado entre a primeira e segunda pregunta. A primeira pregunta solicitaba conectar as oito informacións achegadas coas tres posibles explicacións. A pregunta foi introducida na segunda versión da unidade didáctica co obxectivo de facilitar a conexión entre os datos e as explicacións e como preparación á segunda pregunta. De todos xeitos, non está claro se isto axudou a todos os grupos.

2) *Interpretar o significado dos datos.* A meirande parte das informacións

son noticias de xornais elixidas co propósito de facer a tarefa máis auténtica. De todos xeitos, como mostran os fragmentos de transcripción, os alumnos interpretaron ás veces estas informacións de maneira distinta ao esperado. En particular, a táboa dos gañadores de medallas foi interpretada por dous grupos, H e I, como proba da distinta procedencia dos atletas (de que os atletas proceden de distintos países), e non de que ningún destes foron nados en África, e polo tanto, da influencia de factores como o adestramento, alimentación e sanidade. Isto podería ser debido a unha interpretación sesgada e a unha maior dificultade en percibir os datos que non se mostran na táboa. Outra razón, como se discutirá no capítulo 8, podería ser a influencia das representacións sociais sobre as “razas”.

A integración de probas nunha explicación require que o alumnado supere estas dificultades, entender cal é propósito da tarefa e interpretar adecuadamente o significado de cada información. Unha proposta inicial de percorridos de aprendizaxe (*learning progression*), niveis de complexidade sobre as operacións de uso de probas – incluíndo a construción de xustificacións – discútese en Bravo-Torija e Jiménez-Aleixandre (2011).

A interpretación de datos ou a súa transformación en probas a través das interaccións discursivas non é unha tarefa moi demandada na aula. Pensamos que esta rúbrica para analizar as xustificacións e diferenciar estas das probas ten relevancia na exploración das dificultades do alumnado nestes procesos.

CAPÍTULO 7

IDENTIFICACIÓN DE PROBAS DUNHA TEORÍA

7.1 Introducción: identificación de probas dunha teoría

Neste capítulo abórdase o uso de probas no contexto de avaliación dunha teoría, relacionado co primeiro obxectivo de investigación: examinar o uso de probas polo alumnado e as dificultades que presenta o seu desempeño en distintos contextos argumentativos. Na aprendizaxe da teoría da evolución as probas xogan un papel central en tres aspectos:

1) Papel das probas: entender a teoría da evolución require por parte do alumnado *a comprensión das probas que a sustentan*, e tamén do papel destas probas na aceptación da teoría pola comunidade científica. Como sinalan Tavares, Jiménez-Aleixandre e Mortimer (2010), é preciso entender a teoría da evolución para construír argumentos, é dicir, sustentar os enunciados con probas. Duschl (2008) suxire un cambio da énfase *no que coñecemos* ao *como* o coñecemos e por que o cremos, noutras palabras, no uso de criterios para avaliar enunciados. A teoría de Darwin, que podemos resumir nas ideas de que todos os seres vivos son o resultado da evolución e que o proceso evolutivo está conducido en gran parte polo mecanismo da selección natural, pode ser aceptada sen apelar ás probas. Mais o noso obxectivo na ensinanza da evolución é que se valore en relación coas probas.

O proceso de aceptación da teoría da evolución constitúe un exemplo do papel das probas na avaliación dunha teoría. Kampourakis e Zogza (2009) mostran que a ensinanza da evolución pode resultar máis exitosa cando aos estudantes ademais de ensinalles as explicacións científicas, tamén se lles da a oportunidade de discutir sobre elas na aula. Unha implicación é que a aprendizaxe da evolución (e doutros contidos científicos) promóvese a través do discurso e de tomar parte nas prácticas de usar e avaliar probas.

2) Evolucionismo e creacionismo: as probas xogan un papel central en *defender a teoría da evolución contra as críticas do creacionismo* que tratan de xerar dúbidas sobre a súa validez. Para poder criticar con argumentos estas afirmacións, por exemplo, a de que a evolución é "só unha teoría", cómpre saber utilizar as probas. A discusión na aula sobre as probas da evolución ten como obxectivo proporcionarlle ao alumnado ferramentas para poder valorar de forma crítica afirmacións como a citada, que aparecen nos medios ou en internet.

3) A evolución como proceso actual: Traballar coas probas da evolución na aula podería axudarlle ao alumnado *a considerar a evolución como un proceso que ten lugar hoxe en día*, e que está conectado coas súas vidas cotiás, mais que como unha teoría que explica fenómenos que tiveron lugar no pasado.

Para abordar o estudo do que considera o alumnado como probas da evolución, ten interese o exame desta cuestión nos libros de texto. Examináronse catro libros de texto, dous deles usados polos estudantes (LTA, LTD).

Probas da evolución	Libros de texto (N=4)	Total
Paleontolóxicas (<i>Archaeopteryx</i>)	LTA, LTB, LTC, LTD	4
Morfolóxicas	LTA, LTB, LTC, LTD	4
Bioxeográficas	LTA, LTB, LTC, LTD	4
Embriolóxicas	LTB, LTC, LTD	3
Bioquímicas	LTB	1

Táboa 7.1 Probas da evolución en catro libros de texto.

As probas citadas nos libros de texto da materia de Bioloxía e Xeoloxía de 4º de ESO e de Ciencias para o Mundo Contemporáneo de 1º de Bacharelato fan

referencia ao fenómeno da evolución. Indican distintos tipos de probas, sobre todo paleontolóxicas, como a existencia de fósiles intermedios (*Archaeopteryx*); morfolóxicas, como os órganos homólogos; ou embriolóxicas, como a "recapitulación" de secuencias evolutivas nos embrións. Suxerimos que sería preferible analizar uns poucos casos en detalle, sobre todo para mostrar *por que* constitúen probas da evolución. Citar moitos exemplos sen analízalos pode levar a que o alumnado entenda o que significa órganos homólogos, mais non necesariamente o seu papel como proba da evolución.

A identificación das probas por parte do alumnado require entender dous enunciados que forman parte da teoría da evolución: 1) *a orixe das especies*, é dicir que todos os seres vivos proceden dun ancestro común, e 2) *a selección natural*, ou o mecanismo proposto para explicar a evolución pola supervivencia diferencial.

O capítulo aborda en primeiro lugar os participantes e a tarefa; en segundo os resultados respecto á identificación de datos como probas; en terceiro a análise das xustificacións acerca de por que consideran estes datos como probas; e en cuarto as conclusións parciais que se derivan desta análise. Algúns resultados coa análise preliminar dunha aula, foron publicados en dous artigos, Puig e Jiménez-Aleixandre (2009, 2011).

7.2 Participantes e tarefa

Examínase a actividade (anexo 4) levada a cabo con cun grupo de estudantes de 4º de ESO, grupo E; e catro de 1º de bacharelato (grupos A-D) dos institutos Serra e Sarela, en total 144 alumnos. A actividade desenvolveuse no contexto do aniversario de Darwin en 2009, nunha das sesións das materias de Bioloxía e Xeoloxía e Ciencias para o Mundo Contemporáneo respectivamente.

A tarefa presenta un escenario onde o alumnado ten que usar probas para convencer a alguén sobre a teoría da evolución. Das catro informacións proporcionadas, tres constitúen probas da evolución e unha, o ítem 3, non. Decidimos incorporar este ítem, a *estatura*, porque se trata dunha confusión que

circula en distintos medios, e até nun libro de divulgación científica: "Everybody knows that people are now taller than their grandparents or great grandparents. This is evidence of evolution" (Diehl e Donnelly, 2008, p. 59), e que pode ser empregada para comprobar se os alumnos entenden o incremento da estatura nas últimas xeracións como unha proba da evolución ou da interacción entre xenes e ambiente. Os resultados dun estudo previo (Puig e Jiménez Aleixandre, 2009) cun grupo de 25 alumnos de ESO, dos que algúns seguen nun de 1º de bacharelato estudado (grupo E), revelaron que catro dos 25 alumnos consideraban este aumento unha proba da evolución.

Que probas hai da Teoría da evolución?

A) Imaxina que tes que convencer a alguén de que a teoría da evolución é certa. Dos seguintes datos, escolle un (ou máis) que che pareza que é a proba máis clara da teoría da evolución. Explica por que che parece que é unha proba da evolución.

A.1. Hoxe pénsase que os dinosaurios carnívoros como o *Tyrannosaurus rex* tiñan plumas. As seguintes imaxes son dun fósil máis antigo, antepasado de dinosaurios e aves: *Archaeopteryx*. Este animal tiña características que teñen as aves actuais, como plumas e outras propias dos réptiles como garras nas ás.



A.2. Algúns mamíferos mariños, como as baleas, agochan no interior do seu corpo restos óseos das patas posteriores, que neles non se desenvolven.

A.3. Nun libro publicado este ano, afirmase: "Todo o mundo sabe que as persoas son agora máis altas ca os seus avós ou bisavós. Isto é unha proba da evolución"

A.4. Un elevado número de insectos transmisores de enfermidades como a malaria aumentaron a súa resistencia a insecticidas como o DDT debido ao seu uso masivo e prolongado.

B) Discute no teu grupo as respostas que destedes á pregunta anterior.

7.3 Identificación de datos como probas da evolución

Neste apartado examinamos a identificación de datos como probas da evolución. A identificación das probas polo alumnado require entender os dous enunciados da teoría da evolución: *a orixe das especies*, que afirma que todos os seres vivos proceden dun antepasado común, e a *selección natural*, ou o mecanismo que explica a distinta supervivencia das especies por un proceso evolutivo.

Os ítems 1 e 2 relaciónanse coa orixe das especies, mentres que o 4 coa selección natural. O ítem 3, o incremento da estatura nas últimas xeracións, constitúe unha proba da influencia do ambiente na expresión dos xenes, e non da teoría da evolución. A táboa 7.2 mostra a relación dos ítems cos dous enunciados da teoría da evolución.

cuestións	enunciado	probas
Orixe das especies: que orixe teñen os distintos seres vivos?	Todos os seres vivos que existen na Terra proceden dun ou poucos antepasados comúns	- ítem 1: <i>Archaeopteryx</i> (formas de transición) - ítem 2: baleas (órganos vestixiais)
Selección natural: por que mecanismo se orixinan novas especies a partir das anteriores?	Algúns individuos sobreviven mellor e deixan máis descendentes, o que leva a cambios nas frecuencias xenéticas na poboación	- ítem 4: insecticidas (resistencia a insecticidas)

Táboa 7.2 Relación dos ítems cos enunciados da teoría da evolución.

A xustificación de por que cada ítem constitúe unha proba da teoría da evolución, require que o alumnado entenda:

Ítem 1, *Archaeopteryx* e outros fósiles mostran tanto características de paxaros como de réptiles, o que constitúe unha proba da evolución xa que proba a existencia de formas transitorias (as veces chamadas "eslabóns perdidos") ou estadios intermedios, tal e como predí a teoría dun ancestro común. Fósiles como este non só amosan os cambios experimentados polos organismos, senón tamén que os procesos evolutivos son as veces moi lentos.

Ítem 2, *Baleas*: Os órganos vestixiais, como as patas posteriores agochadas no interior das baleas, son unha proba da existencia de ancestros terrestres con

catro patas, e polo tanto, da orixe común de baleas e outros mamíferos. Como indica Coyne (2009), as características vestixiais constitúen unha proba en contra da teoría do 'deseño intelixente'. Carece de sentido deseñar un órgano que é inútil, a súa existencia constitúe unha proba das modificacións de formas preexistentes, xa que indican que as partes novas dun organismo evolucionaron a partir de formas vellas xa existentes.

Item 3, *Estatura*: constitúe unha proba da influencia do ambiente na expresión dos xenes.

Item 4, *Insecticidas*: constitúe unha proba do mecanismo da selección natural, máis que da orixe común das especies. A investigación mostra que a maioría do alumnado interpreta isto como un cambio adaptativo e rápido das especies, mais que como un exemplo da supervivencia distinta das especies (Jiménez Aleixandre, 1992). Decidimos incluíla porque amosa que a evolución é un proceso dinámico que continúa operando hoxe en día.

En canto a que datos escollen como probas, a táboa 7.3 resume os resultados de cada grupo. Cómpre sinalar que os alumnos podían elixir máis dun ítem. As porcentaxes correspóndense cos ítems elixidos polo alumnado, polo que a suma é superior ao 100%. Os ítems seleccionados con maior frecuencia son o 1, (Archaeopteryx), e o 2, (baleas). Isto é así para todos os grupos, agás o C, no cal o ítem 4 (insecticidas), foi elixido por máis da metade dos alumnos. A elección de Archaeopteryx pódese explicar por ser un dos exemplos máis citados nos libros de texto como proba paleontolóxica da evolución, en concreto os libros usados nestas clases. Hai 24 alumnos, un 17% que elixen o ítem 3, a estatura, como unha proba da evolución. No grupo A, tres dos catro, dos que na proba piloto respondían que a estatura era unha proba da evolución, volven a escoller este ítem como proba e o fan argumentando de xeito similar.

Grupo / Item	Item 1 Archaeopteryx	Item 2 Baleas	Item 3 Estatura	Item 4 Insecticidas
1º Bach (N=102)				
A (N=26)	11	12	5	9
B (N=27)	14	17	2	5
C (N=25)	5	8	1	14
D (N=24)	15	9	10	7
E, 4º ESO (N=22)	18	13	6	2
Total (N=144)	63	59	24	37
%	50%	41%	17%	26%

Táboa 7.3 Items seleccionados como probas da evolución por cada grupo.

Cómpre sinalar que aínda que o aumento de estatura en relación aos nosos ancestros remotos poderíamolo considerar como un exemplo da evolución, o incremento da estatura media nas últimas xeracións, por exemplo de 12 cm en Galicia nos últimos 70 anos, ou 5 cm nos últimos 25 anos, está relacionado cunha mellor nutrición e condicións de vida. Algúns exemplos de respostas xustificando a elección deste ítem son:

Na miña opinión, unha clara proba da evolución é a A.3 [estatura] que di que as xeracións de agora somos máis altos que os nosos avós ou bisavós, unha razón clara é que agora non temos que facer os mesmos traballos que se facían antigamente, estamos mellor alimentados e é máis fácil de curar enfermidades (A4).

Malia que este estudante interpreta o aumento de estatura como consecuencia dos cambios ambientais, considera este incremento unha proba da evolución.

Penso que tamen serve porque se ve que algo cambiou, que houbo algún tipo de mutación xénica xa que as condicións e necesidades de vida tamén son diferentes (D18).

Esta resposta mostra confusión sobre a orixe das mutacións.

Creo que é unha proba bastante clara xa que pouco a pouco o ser humano foi evolucionando co paso do tempo. Na antigüidade o ser humano era de moi baixa estatura e pouco a pouco foi evolucionando perfeccionando o seu corpo

(E1).

Esta resposta é un exemplo das posturas teleolóxicas sobre a evolución, a tendencia cara á 'perfección'.

En resumo, a maioría do alumnado identifican de forma axeitada que informacións constitúen probas da evolución. No seguinte apartado discútense as xustificacións de por que constitúen probas da evolución.

7.4 Análise de xustificacións sobre as probas da evolución

Neste apartado analizamos as respostas escritas á segunda pregunta da tarefa na que se lle pedía ao alumnado: "explica por que che parece que é unha proba da evolución", noutras palabras, xustificar por que consideraban os datos probas da teoría da evolución. Examinamos a construción de argumentos por parte do alumnado, especificamente, a súa capacidade para coordinar os datos co enunciado da teoría mediante xustificacións. Para analizar a estrutura dos argumentos seguimos o esquema de Toulmin incluíndo outras operacións epistémicas como as de *cuestionar os datos* e *o uso de criterios* na avaliación de probas. Este tipo de argumentos son os que Toulmin denomina sustantivos, aqueles que apoian a xustificación apelando aos coñecementos teóricos, ou coñecemento básico. Por exemplo, a mutación, a especiación ou o rexistro fósil.

As categorías reflicten distintos niveis na calidade de argumentos e nós consideramos que a *xustificación* é un criterio de calidade que revela unha comprensión sobre o papel das probas. Os resultados resúmense na táboa 7.4.

A figura 7.1 mostra unha xustificación potencial nun argumento de referencia construído para o ítem 1, *Archaeopteryx*, representado coa estrutura de Toulmin. Desde a nosa perspectiva usar este ítem como proba para confirmar a teoría da evolución require establecer unha conexión entre os datos co enunciado da teoría da orixe das especies.

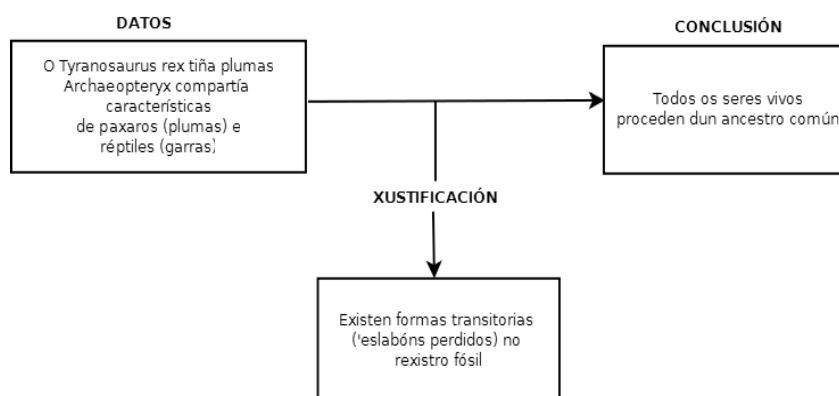


Figura 7.1 Posible argumento de referencia para o ítem 1, *Archaeopteryx*.

As respostas dos alumnos distribúense en catro categorías (ademais das que non dan unha explicación e só marcan a súa elección) resultado dunha análise inicial dos datos e un proceso de refinamento das categorías en interacción cos datos.

Respecto á fiabilidade da rúbrica, as investigadoras codificaron de forma independente as respostas escritas dos tres grupos, alcanzando un acordo de 96%.

Categorías/ Items seleccionados	Ítem 1 N=63	Ítem 2 N=59	Ítem 3 N=24	Ítem 4 N=37	TOTAL
<i>Xustificación que conecta os datos co enunciado</i>	24 38%	19 32%	4 17%	9 24%	56
<i>Referencia ao meta-coñecemento sobre as probas</i>	5 8%	5 9%	—	1 3%	11
<i>Pseudoprobos: Discusión sobre a información</i>	21 33%	27 46%	15 62%	24 67%	87
<i>Ausencia de probas</i>	7 11%	3 5%	—	1 3%	11
<i>Non explican (só marca a elección)</i>	6 10%	5 8%	5 21%	2 6%	18

Táboa 7.4 Resumo dos resultados das catro categorías.

Hai que salientar que os alumnos só tiñan que xustificar os datos escollidos, polo que o número de respostas de cada ítem é o que se mostra na primeira fila da táboa 7.4 (63 no ítem 1, 59 no ítem 2, etc) e as porcentaxes están calculadas en

base a estes números.

Seguindo a distinción feita por Schwartz et al. (2009) para os modelos, por meta-coñecemento sobre as probas, entendemos os enunciados sobre o papel das probas ou sobre os criterios de avaliación destas. Malia que as respostas nesta segunda categoría, meta-coñecemento, non constrúen unha xustificación, revelan un coñecemento sobre o papel das probas. As categorías de *pseudoprobas* e ausencia de probas (*non evidence*) foron tomadas de Kuhn (1991).

A continuación caracterízanse cada unha das categorías e móstranse exemplos de respostas en cada unha delas.

7.4.1 Xustificación que conecta os datos co enunciado

Nesta categoría inclúense as respostas dos alumnos que conectan os datos (a información de cada ítem) co enunciado mediante unha xustificación. Isto require:

- a) identificar os datos como probas da evolución
- b) coordinar as probas co enunciado da teoría da evolución.

Algúns exemplos desta categoría son:

Item 1: *Paréceme que é unha proba da evolución porque significa a unión entre os réptiles e as aves, e máis tarde cada unha foi evolucionando de maneira moi diferente; ata chegar a ser o que son hoxe en día (...). Tamén é unha proba porque aínda que esta especie non exista seres de hoxe en día conservan rasgos similares* (B2)

Interpretamos que este alumno identifica *Archaeopteryx* como unha forma de transición entre aves e réptiles, aínda que non o indique explicitamente, e que relacione esta información so de forma implícita co enunciado.

Item 1: *O Archaeopteryx é o antepasado común dos dinosaurios e das aves (porque pénsase que o Tyrannosaurus (sic) tiña plumas). Desta forma sábese que é unha proba da evolución, porque proceden dun mesmo devanceiro común e estas dúas especies tiveron que evolucionar. Igual que o home e o mono teñen o chimpacé como antepasado* (A7)

Este alumno identifica este ítem como unha proba da orixe común dos seres vivos. Achega outra proba máis relacionada coa evolución do home.

Item 2: *Unha proba da evolución é que no interior das baleas hai restos óseos de patas posteriores, isto quere decir que proveñían dun ancestro común que poseía patas. Evolucionaron adaptándose ao medio no que vivían. Así hai restos de esas patas* (C9)

Item 2: *A proba máis clara para min é a das baleas porque demostra que as baleas no pasado tiñan patas e por un posible cambio de medio non tiveron necesidade de empregalas e debido a isto, co paso do tempo non foi necesario o seu desenvolvemento. Esta proba consegue demostrar que se produciron unha serie de cambios que propiciaron a evolución* (B24)

Estas respostas conectan os vestixios das patas co enunciado da teoría acerca da orixe dos seres vivos a a partir dun ancestro común.

Hai respostas que conectan dous ítems ao mesmo tempo, por exemplo:

Items 1 e 2: *“As probas que me parecen máis claras e que mellor demostran a teoría da evolución son a 1º e a 2º porque demostra que existe unha relación entre animais actuais e antepasados como os dinosaurios o que quere decir que dunha forma ou doutra tiveron que evolucionar, seguramente por medio de mutacións que deron lugar aos animais actuais”* (B16)

7.4.2 Referencias ao meta-coñecemento sobre as probas

Aínda que estas respostas non presentan unha xustificación, entendemos que reflicten un certo grao de coñecemento sobre o papel das probas e os criterios para avaliar estas. Algúns criterios mencionados de forma explícita polo alumnado inclúen por exemplo a coherencia e a existencia de probas "comprobadas".

Items 1 e 2: *Escollín a A.1 e A.2 porque me parecen que son as máis científicas. Collinas tamén porque son moi coherentes e teñen sentido, e o máis importante, están comprobadas* (E21).

Item 1: *Porque son feitos que teñen probas e son demostrables* (E10).

Item 1: *Eu creo que esta si sería unha boa forma de probar que a evolución existe xa que hay probas físicas que o demostran* (D3).

Item 1: *Porque son feitos evidentes e xa porque hay unhas probas. Está xustificando* (E11).

Items 1 e 2: *Porque está demostrado científicamente, e entre as diferentes especies animais hai certo parecido* (E2).

Situamos as 11 respostas que fan referencia aos criterios sobre as probas nesta categoría, incluso nalgúns casos nos que é discutible se estes datos 'poderían ser probados'. Non esperabamos que os alumnos fixeran distincións entre por exemplo probas empíricas e unha predición retrospectiva. A maioría das respostas nesta categoría corresponden aos ítems 1 e 2 e aos estudantes do grupo E.

7.4.3 *Pseudo-proba, discusión sobre a información*

Kuhn (1991) caracteriza *pseudoevidence* como un escenario que describe como pode ocorrer un fenómeno. Consiste nunha ilustración mais que nunha proba xenuína (*genuine evidence*), e pódese diferenciar desta última en que a pseudo-proba non se pode diferenciar da secuencia causal.

As respostas situadas nesta categoría explican ou desenvolven (as veces só repiten) a información do ítem, mais non a conectan co enunciado da teoría da evolución. Algúns exemplos son:

Item 2: *Ao principio as baleas tiñan uns determinados órganos que lles servían para realizar acción que era necesarias para a súa supervivencia, influenciadas tamén polas condicións ambientais. Pero a medida que o medio ambiente foi cambiando, as baleas foron adaptándose a este para poder sobrevivir* (A9).

Item 4: *Os insectos aumentan a súa resistencia a insecticidas, ao principio con pouca cantidade de insecticida xa lles facía efecto e os eliminaba, pero estes insectos tamén foron evolucionando e creando como a súa propia defensa de forma que cada vez hai que empregar mayor cantidade de insecticida para que lles faga efecto (...)* (C25).

Este alumno trata de dar unha explicación sobre a resistencia dos insecticidas, mais sen considerar por que é unha proba da evolución. Poderíase categorizar como unha visión lamarckista da adaptación activa e progresiva, que non considera a posibilidade dunha pre-existencia de algúns individuos resistentes na poboación.

7.4.4 Ausencia de probas

Kuhn (1991) caracteriza a categoría *non evidence* como un repertorio de respostas que: a) implican que as probas son innecesarias ou irrelevantes; b) fan afirmacións sen conectalas coa teoría causal; ou c) citan o fenómeno como unha proba relacionada coa causa. Neste estudo, esta categoría está representada polo terceiro caso, a maioría das veces son respostas que parecen aceptar a información como proba da evolución sen explicar por que constitúe unha proba. Algúns apelan á autoridade, facendo referencia á fonte: científicos, documentais, etc.

Item 1: *Porque é unha opinion dos intelectuais da ciencia que dicen que as aves teñen unha evolución dos dinosaurios* (E3)

Item 2: *Eu penso que é unha forma de xustificar a evolución e a A.2 [baleas]. Eu vin unha vez nun programa de Nacional Xeographic que os delfíns e as baleas teñen un tipo de patas dentro do seu corpo que non desenvolveron* (E13).

Algúns cuestionan a información presentada nos ítems como falsas, por exemplo o alumno A5. Aínda que se centran na información, non a relacionan coa teoría da evolución.

Item 1: *Non penso que os dinosaurios carnívoros teñan plumas, pero como nunca vin un dinosaurio non o sei. Baseándome na imaxe que os documentais e outros medios transmiten do que eran os dinosaurios, non se me plantexa verdadeira esta opción* (A5).

Este alumno explica porque non elixiu o ítem 1, en particular a presenza de plumas no *Tyrannosaurus rex* mostradas nas imaxes dos documentais. Isto é un exemplo da influencia dos medios e da aprendizaxe non formal das ciencias e do estatus das ideas transmitidas na escola e fóra do contexto escolar.

Como resumimos na táboa, a maior frecuencia de respostas corresponde á categoría de *pseudo-probas*, que ilustra como ocorre o fenómeno e non conectan os datos coa teoría. O ítem con maior proporción de respostas (38%) que presentan xustificacións é *Archaeopteryx*, que é o máis seleccionado. Como se discute a continuación, isto podería ser debido á frecuencia deste exemplo nos libros de texto. No grupo de 1º de bacharelato, o profesor introducíuno como

exemplo dunha forma intermedia entre aves e réptiles.

7.5 Conclusións. Dificultades na identificación de probas da evolución

A análise do que o alumnado considera probas da evolución e de como relacionan estas probas co enunciado, revela diferenzas nos contextos empregados en cada ítem. Ao alumnado non lle resultou doado conectar os datos co enunciado mediante unha xustificación. A maioría das respostas forman parte da categoría *pseudo-probas*, o cal é coherente cos resultados doutros estudos que sinalan as dificultades do alumnado para explicar a forma en que as probas apoian un determinado enunciado (Sandoval e Millwood, 2005). O ítem 1, *Archaeopteryx*, foi o que lles resultou máis fácil de xustificar por que é unha proba da evolución.

Co propósito de examinar a forma en que o alumnado entende o papel das probas, é interesante analizar como os libros de texto de bioloxía abordan esta cuestión, e en particular, que probas achegan nos temas de evolución. Como sinalamos, a maioría das probas dos libros de texto de 4º de ESO e 1º de Bacharelato fan referencia á evolución, mais que a selección natural. O tipo de probas son principalmente paleontolóxicas, anatómicas e embriolóxicas. *Archaeopteryx* é un exemplo presentado no libros de texto utilizados por estes alumnos. Isto revela a necesidade dunha maior variedade de exemplos de distintos organismos e contextos para apoiar a transferencia de coñecemento por parte do alumnado.

Existe un grupo de respostas, especificamente no grupo E, que foron categorizadas como referencias ao meta-coñecemento. Isto podería estar relacionado co enfoque de ensinanza nesta aula, na cal o alumnado leva a cabo proxectos de investigación e está afeito a traballar coas probas.

Interpretamos que hai unha articulación entre o uso de probas e o contidos das tarefas. Nas respostas aos ítems 3 e 4 existen respostas que consideran a adaptación como un 'proceso activo', o cal tamén foi sinalado noutros estudos sobre a aprendizaxe da evolución (Jiménez Aleixandre, 1992; Kampourakis e

Zogza, 2009). En particular, os alumnos teñen dificultades para cambiar as súas explicacións cando aplican o modelo de selección natural, como no exemplo do insecticida. No ítem 3, sobre o incremento da estatura, hai respostas que consideran a evolución en termos de 'progresión' ou mellora, quizáis influenciados polo que se di nos medios. Un 17% das respostas neste ítem entenden que este incremento é unha proba da evolución, malia que algunhas das respostas o atribúen a cambios nos factores ambientais. Isto podería estar relacionado co uso do termo 'evolución' na linguaxe cotiá como sinónimo de 'cambio'. Neste sentido, o traballo coas probas podería ser unha forma de explorar a forma en que o alumnado aplica modelos como evolución ou selección natural a contextos reais.

Desenvolver a competencia de argumentación e uso de probas non é independente do contexto, senón unha parte da aprendizaxe das ciencias, neste caso da aprendizaxe da evolución.

CAPÍTULO 8

ANÁLISE DAS POSICIÓNS SOBRE A EXPRESIÓN DOS XENES E AS 'RAZAS' HUMANAS

8.1 Introducción

Este capítulo presenta os resultados referentes ao segundo obxectivo de investigación: Examinar as posicións do alumnado sobre a expresión dos xenes en termos do recoñecemento das interaccións xenes – ambiente. Este obxectivo concrétese nesta pregunta de investigación:

2. Que diferentes posicións nun espectro interacción – determinismo maniféstanse nos argumentos sobre a expresión dos xenes?

Esta pregunta artículase a súa vez nestas dúas cuestións:

2A Que posicións nun continuum interacción – determinismo maniféstanse nas respostas escritas do alumnado?

2B Que grao de coherencia hai entre as respostas escritas e as intervencións orais? Noutras palabras, as posicións do alumnado son coherentes no contexto escrito e oral?

O capítulo examina as posicións do alumnado nun espectro interacción – determinismo sobre a expresión dos xenes en dous contextos: (1) na avaliación crítica dun enunciado (actividade "Watson e a intelixencia"); e na elección dunha explicación causal (actividade "Os velocistas negros"). Estas posicións reflicten, na nosa opinión, distintas representacións sociais sobre estas cuestións.

Os participantes na tarefa "Watson e a intelixencia" son unha clase de 3º de ESO (N=24) e dúas de universidade (alumnos de 20-23 anos) cursando Maxisterio en Educación Primaria (grupo B, N=35) e Bioloxía (grupo C, N=17); os da tarefa "Os velocistas negros" son unha aula de 4º de ESO (N=35, cinco grupos A-E) e outra de 1º de bacharelato (N=18, catro grupos F-I) nos institutos Vila e a Serra.

8.2 Posicións no espectro interacción – determinismo na avaliación dun enunciado científico

Neste apartado examinamos as preguntas 2A. *Que posicións nun continuum interacción – determinismo maniféstanse nas respostas escritas do alumnado?* e 2B. *Que grao de coherencia hai entre as respostas escritas e as intervencións orais?* no contexto de avaliación crítica dun enunciado. A afirmación de Watson sobre as diferenzas xenéticas de intelixencia entre negros e brancos está apoiada nunha das principais premisas do racismo, que as 'razas' son esencialmente distintas non só na súa aparencia física, senón tamén en desempeños e capacidades como a intelixencia.

O racismo é unha forma de determinismo. Existe consenso na comunidade científica acerca de que o fenotipo é o resultado da interacción xenes – ambiente e non soamente dos xenes (Lewontin, 2000; Lewontin, Rose e Kamin, 2003), así como de que a perspectiva determinista é inadecuada. No entanto, unha cousa é a visión aceptada pola comunidade científica, e outra a que circula na sociedade. Serge Moscovici (1961) propuxo o concepto de representacións sociais para estas nocións socialmente construídas. Pensamos que as representacións sociais sobre as 'razas' humanas forman parte desta categoría, e que inflúen nas respostas do alumnado nesta tarefa.

Para poder avaliar o enunciado de Watson e valorar criticamente as representacións sociais é preciso que o alumnado desenvolva o pensamento crítico. O propósito é que constrúa a súa propia opinión sobre a noción de 'raza' humana, o cal se conecta cos compoñentes do pensamento crítico relacionados coa emancipación social, discutidos no capítulo 2.

Neste apartado preséntase en primeiro lugar a rúbrica construída para a análise das posicións do alumnado neste contexto; en segundo, a análise destas posicións nas respostas escritas; en terceiro, discútense un aspecto particular das respostas, as referencias a África; en cuarto, analízase o debate oral do alumnado de ESO; e finalmente, abórdanse as conexións coas representacións sociais. Algúns resultados, coa análise preliminar dunha aula, discútense en Puig e Jiménez Aleixandre (2010).

8.2.1 *Rúbrica para analizar as posicións interacción – determinismo na avaliación dun enunciado*

Neste apartado discútense o proceso de construción da rúbrica e as categorías resultantes. Para a construción da rúbrica tivemos en conta as respostas escritas do alumnado, que foron agrupadas en distintas categorías de acordo á súa posición con respecto á oposición interacción entre xenes e ambiente – determinismo. Cómpre salientar que entendemos estas categorías non como discretas, senón correspondendo coas distintas posicións nun *continuum*; desde as posturas que se aproximan ou reflicten a perspectiva consensuada da comunidade científica que explica o fenotipo en termos de interacción xenes – ambiente até as que se se aproximan a unha visión determinista, segundo a cal características como a intelixencia son exclusivamente innatas.

A rúbrica comprende catro categorías ou posicións no *continuum*. A construción de categorías levouse a cabo en interacción cos datos, é dicir, foi refinada en función dos novos datos. A figura 8.1 resume a rúbrica e as categorías discútense xunto cos resultados.

Interacción xenes-ambiente			Determinismo	
Categorías ou posicións	a <i>Recoñecemento da interacción xenes-ambiente</i>	b <i>Non considerar a oposición interacción-determinismo</i>	c <i>Determinismo implícito</i>	d <i>Determinismo explícito</i>

Figura 8.1 Categorías ou posicións no continuum interacción – determinismo.

8.2.2 Análise das posicións nas respostas escritas

Neste apartado caracterízase cada unha das categorías e analízanse os resultados de cada grupo nos catro ítems. Hai que sinalar que as respostas reproducense no idioma empregado polo alumnado, galego ou castelán. Os erros ortográficos non se corruxiron e as aclaracións incluímos entre [corchetes]. A identificación dos alumnos realizouse mediante números (A1, A2, B1, B2, C1, etc.) ou pseudónimos no caso dos debates orais do alumnado de 3º de ESO. As figuras 8.2, 8.3 e 8.4 resumen os resultados nos tres grupos.

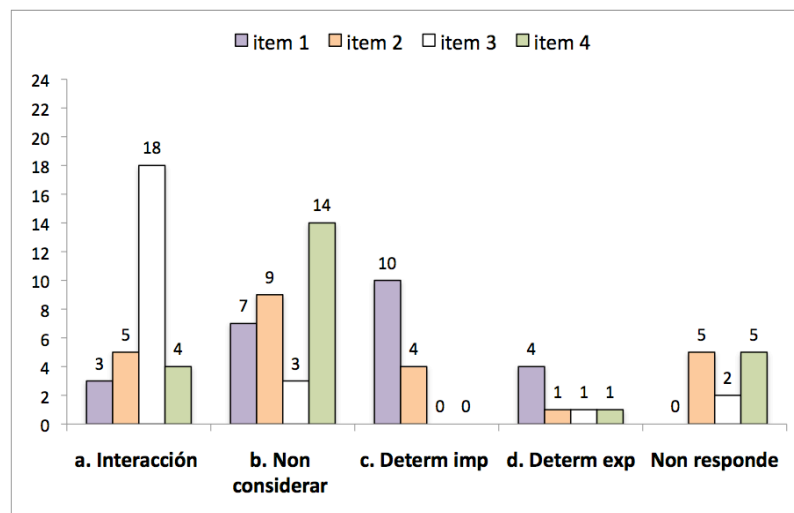


Figura 8.2 Resultados na ESO (N=24).

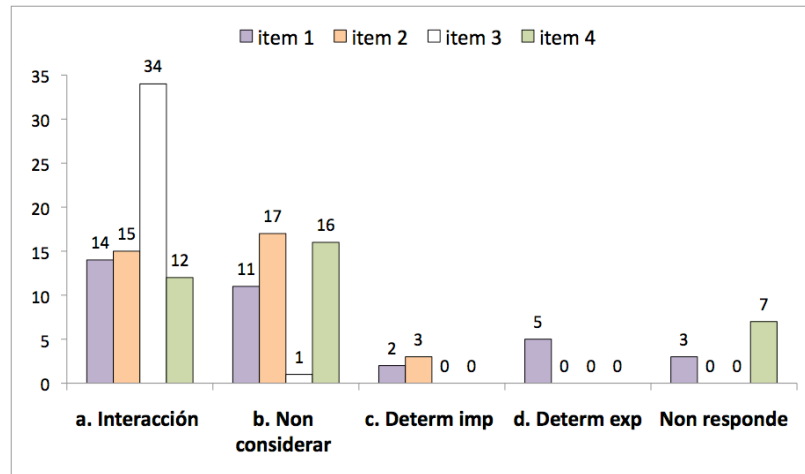


Figura 8.3 Resultados en Maxisterio, MP (N=35).

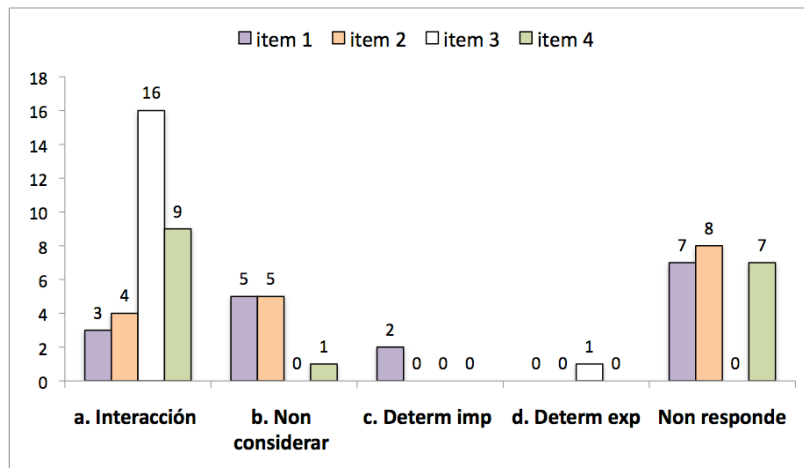


Figura 8.4 Resultados en Biología, Bio (N=17).

Categoría a Reconecemento da interacción xenes – ambiente

O criterio empregado para incluír as respostas nesta categoría é a identificación da influencia do ambiente no desempeño ou fenómeno mencionado no ítem. Cómpre salientar que na maioría dos casos, en particular nos alumnos de ESO, as respostas non mencionan os xenes. Algúns exemplos de respostas en cada ítem son:

Item 1 (atletismo)

Apoia [o enunciado de Watson] porque as persoas de raza negra non teñen medios para exercitar a mente e a intelixencia e o que lles pasa aos habitantes europeos cos músculos pásalles aos africanos co cerebro (...) (A19, Silvio, ESO).

Se estes atletas estadounidenses gañaron tantas medallas e son descendentes de brancos non se trata dunha cuestión de xenética, senón das oportunidades que tiveron e outros negros non teñen (B18, MP)

Item 2 (sanidade)

Non [non se relaciona co enunciado]. A razón segue sendo a mesma, diferencias como estas, para min son froito do ambiente, non da xenética, aínda que tamén inflúe (C20, MP).

Item 3 (desnutrición)

Se isto é certo JW podería acertar no feito de que algúns negros son menos intelixentes que os brancos, pero non na causa: isto demostra que ese feito non se debe a que non sexamos iguais, senón a desnutrición. Refuta a afirmación porque isto demostra que o feito de ser negro ou branco non ten influencia no tema senón que o causante sería a desnutrición (A3, Suso, ESO).

Si [ten relación co enunciado]. Porque o fenotipo ven determinado polo xenotipo e o ambiente. Se o ambiente non é o adecuado, o fenotipo variará, pero non por diferencias xenéticas. As diferencias de intelixencia non son xenéticas (C12, Bio).

Item 4 (gatos)

Si porque explica como inflúen as condicións nas que che toca vivir sen ser esto causa da xenética. Refútaa polo que dixeran anteriormente. Vese como inflúe o ambiente nas persoas (B18, MP).

Si, refuta [a afirmación de Watson]. La información recalca el componente ambiental como determinante en la ceguera de los gatos pasando por encima la base genética que determina el correcto desarrollo anatómico y fisiológico del animal. Una vez más, el ambiente en el desarrollo determina el fenotipo (C15, Biología).

Obsérvanse nas figuras 8.2, 8.3 e 8.4 que esta categoría é a máis frecuente no ítem 3, *nutrición*, nos tres grupos.

Categoría b Non considerar a oposición interacción – determinismo

Nesta categoría sitúanse as respostas que non mencionan a oposición interacción – determinismo e que parecen non considerala. Non fan referencia á influencia do ambiente, nin expresan ideas sobre as diferenzas innatas entre as 'razas'.

Exemplos destas respostas son as incluídas na categoría de uso de probas *Non identificar o significado do enunciado e a proba* (C14 no ítem 1, B14 no ítem 2 e A15 no ítem 4, capítulo 5), que se centran no contido "intelixencia" e non na implicación de diferenzas xenéticas entre "razas" ou da influencia do ambiente. A continuación reproducimos exemplos nos catro ítems:

Item 1 (atletismo)

Porque a intelixencia non inflúe para correr máis ou menos (A3, Suso, ESO).

Nin a apoia nin a refuta, JW fala de intelixencia, neste texto relaciona a capacidade física ca cor e non a capacidade intelectual (B5, MP).

Non ten nada que ver a forza física coa intelixencia. Nin apoia nin a refuta porque son causas totalmente independentes, alguén con moita forza física non ten porque ser máis ou menos intelixente que outra persoa con menos forza (C14, Bio).

Item 2 (sanidade)

Penso que non se relaciona, posto que o feito de que morrán máis bebés negros ca brancos, non ten nada que ver coa intelixencia senón coas posibilidades económicas dos pais (posto que só hai medicina privada) (A24, Urbano)

Porque non ten que ver o nº de nenos negros ou brancos que morren ó nacer coa súa intelixencia (B13, MP).

Neste caso non ten que ver a mortalidade infantil coa intelixencia (C5, Bio).

Item 3 (desnutrición)

Creo que tiene relación con la afirmación de Watson, ya que habla de la capacidad de inteligencia. Como ya dije antes, tiene relación pero no es una prueba capaz de demostrarlo (A22, Uxío, ESO).

Categoría c Determinismo implícito

Inclúense as respostas que parecen aceptar que os negros e os brancos son esencialmente distintos, ou que implicitamente recoñecen que os negros son menos intelixentes que os brancos. Algúns exemplos son:

Item 1 (atletismo)

Porque para gañar as medallas de ouro de atletismo, non é necesario ser máis ou menos intelixente (A10, Trini, ESO).

Porque as afirmacións de JW din que os negros son menos intelixentes que os brancos, pero iso non ten que influir en que corran máis (A14, Rogelia, ESO).

As respostas destas alumnas non cuestionan o enunciado de Watson, Rogelia repite incluso o que di Watson.

Apoia a teoría de JW xq (sic) si os negros son intelctualmente inferiores suporía que se desenvolverían máis físicamente (C6, Bioloxía).

Creo que existe una relación pero en este caso no se refiere a la inteligencia sino a la capacidad física. Está claro que la gente de color tiene una superioridad física que a nivel general les hace más fuertes que casi cualquier chino. Pero esto es sólo a nivel físico. La inteligencia se puede medir de muchas maneras incluso los tests estan desproporcionados (C9, Bioloxía).

Estas dúas respostas establecen unha oposición entre o desenvolvemento físico e a capacidade intelectual, o cal é común na posturas deterministas. Hai que salientar que non incluímos a resposta do C6 na categoría de *determinismo explícito* porque o alumno emprega un condicional: suporía. Entendemos que a referencia aos chineses na resposta do C9 responde a unha visión determinista.

Item 2 (sanidade)

Porque non por ser menos intelixentes morren máis nenos, eu penso que se debe a un problema na seguridade social (B12, MP).

Non morren máis negros porque sexan menos intelixentes, se non porque adoitan nacer nunhas condicións de vida (nutrición, sistema sanitario...) peores ás que nacen a maior parte dos nenos brancos (A8, Violeta).

Malia que estes alumnos recoñecen a influencia do ambiente na mortalidade

infantil, codificamos estas respostas como determinismo implícito polas referencias á menor intelixencia.

Categoría d Determinismo explícito

O criterio para situar as respostas nesta categoría é a mención explícita das diferenzas esenciais entre negros e brancos, sexan de intelixencia, físicas ou en desempeños. A meirande parte das respostas mencionan como causa destas diferenzas aos xenes, mais isto non o consideramos como indispensable para codificar as respostas nesta categoría (ver por exemplo a resposta de C3). Algúns exemplos reproducense a continuación.

Item 1 (atletismo)

Porque este feito ten que ver coas diferenzas xenéticas entre negros e brancos, aínda que non na intelixencia, na forma física (A18, Teresa, ESO).

Non [non se relaciona co enunciado]. Inflúe no sentido da forma física, pero porque teñen uns xenes máis desenvolvidos polo deporte, pero non afecta a intelixencia. (B25, MP).

Nestes dous casos afirmase que que hai diferenzas xenéticas, sexan na intelixencia ou no desempeño en atletismo.

Item 3 (desnutrición)

(...) Si que lo apoya porque JW dice que el cerebro de blancos es mayor que el de los negros (C3, Bioloxía).

Cómpre salientar que esta resposta fai unha distinción entre negros e brancos, malia que a información deste ítem non fai referencia a esta cuestión.

Item 4 (gatos)

Si. Porque pode ter que ver na evolución da raza negra, que ocorrera algo similar e por iso a xenética se desenrola doutra forma que nos brancos. Outra [resposta ao apartado 4.2]. Conta un caso similar que, na miña opinión, pode estar relacionado. Porque podería ter algo que ver coa evolución da raza negra (A18, Teresa, ESO).

Esta alumna, que responde de maneira semellante nos catro ítems, interpreta que existe similitude entre o que acontece coa visión dos gatos e a

intelixencia dos negros. Codifícase nesta categoría por afirmar que a xenética se desenvolve de forma distinta en negros e brancos. Parece entender que a "evolución da raza negra" ocorre de forma diferenciada á da 'raza branca'.

A táboa 8.1 resume os resultados nos tres grupos. A categoría máis frecuente é *Non considerar a oposición interacción – determinismo*, excepto no ítem 3. É dicir, non cuestionar o enunciado de Watson sobre as diferenzas xenéticas de intelixencia entre negros e brancos, nin expresar o acordo con el, excepto no ítem 3.

A segunda categoría máis frecuente é a *a, Recoñecemento da interacción xenes – ambiente*. No ítem 3 un 89,5% de respostas foron codificadas nesta categoría.

A terceira categoría en frecuencia é a de *determinismo implícito* (18,4% no ítem 1, 9,2% no ítem 2 e 1,3% no ítem 4). E por último a categoría de menor frecuencia é a de *determinismo explícito* (11,8% no ítem 1, 1,3% no ítem 2, 2,6% no ítem 3 e 1,3% no ítem 4).

Tamén existen diferenzas entre os grupos e os ítems: por exemplo a maior frecuencia de respostas nas categorías de *determinismo implícito e explícito* aparece no grupo da ESO en todos os ítems. Cómpre salientar que máis dun 40% dos alumnos de bioloxía non responderon aos ítems 1, 2 e 4.

A figura 8.5 resume os resultados das categorías nos catro ítems. No ítem 3 dase a maior frecuencia de respostas na categoría *a, Recoñecemento da interacción xenes-ambiente* (89,5%), mentres que nos ítems 1, 2 e 4 a maior frecuencia corresponde á categoría *b, Non considerar a oposición interacción – determinismo* (30,3% no ítem 1, 42,1% no ítem 2 e 40,8 % no 4). Cómpre notar que un 25% non responde ao ítem 4. Isto apunta á influencia do contexto dos ítems nas respostas do alumnado.

Categorías/grupos	ESO (N=24)	MP (N=35)	Bio (N=17)	Total (N=76)
Item 1				
a. Recoñecemento da interacción xenes-ambiente	3 (12,5%)	14 (40%)	3 (17,7%)	20 26,3%
b. Non considerar a oposición interacción-determinismo	7 (29,2%)	11 (31,4%)	5 (29,4%)	23 30,3%
c. Determinismo implícito	10 (41,7%)	2 (5,7%)	2 (11,7%)	14 18,4%
d. Determinismo explícito	4 (16,6%)	5 (14,3%)	—	9 11,8%
Non responde	—	3 (8,6%)	7 (41,2%)	10 13,2%
Item 2				
a. Recoñecemento da interacción xenes-ambiente	5 (20,8%)	15 (42,8%)	4 (23,5%)	23 30,3%
b. Non considerar a oposición interacción-determinismo	9 (37,5%)	17 (48,6%)	5 (29,4%)	32 42,1%
c. Determinismo implícito	4 (16,7%)	3 (8,6%)	—	7 9,2%
d. Determinismo explícito	1 (4,2%)	—	—	1 1,3%
Non responde	5 (20,8%)	—	8 (47,1%)	13 17,1%
Item 3				
a. Recoñecemento da interacción xenes-ambiente	18 (75%)	34 (97,2%)	16 (94,2%)	68 89,5%
b. Non considerar a oposición interacción-determinismo	3 (12,5%)	1 (2,8%)	—	4 5,3%
c. Determinismo implícito	—	—	—	—
d. Determinismo explícito	1 (4,1%)	—	1 (5,8%)	2 2,6%
Non responde	2 (8,4%)	—	—	2 2,6%
Item 4				
a. Recoñecemento da interacción xenes-ambiente	4 (16,7%)	12 (34,3%)	9 (53%)	25 32,9%
b. Non considerar a oposición interacción-determinismo	14 (58,3%)	16 (45,7%)	1 (5,8%)	31 40,8%
c. Determinismo implícito	—	—	—	—
d. Determinismo explícito	1 (4,2%)	—	—	1 1,3%
Non responde	5 (20,8%)	7 (20%)	7 (41,2%)	19 25%

Táboa 8.1 Resultados das dos tres grupos nos catro ítems.

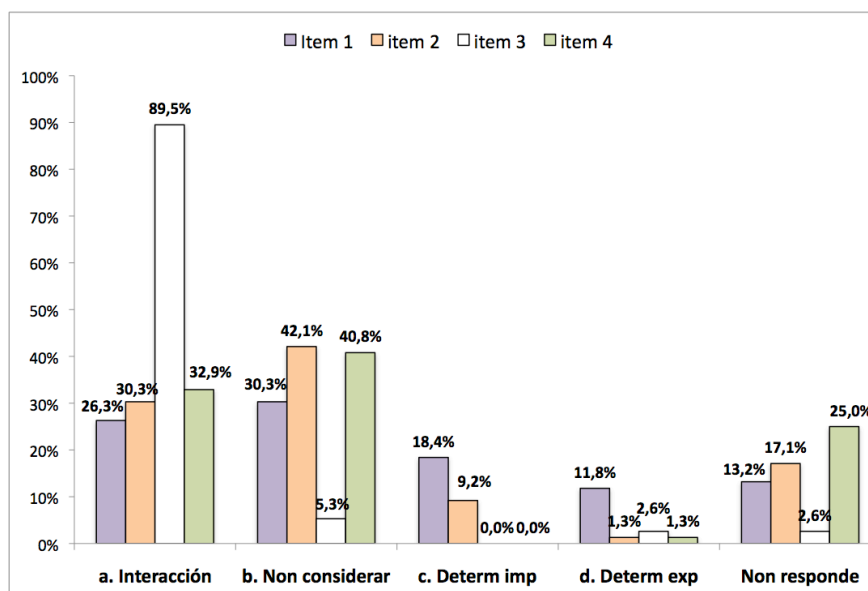


Figura 8.5 Resumen resultados das posición na avaliación do enunciado de Watson.

8.2.3 Referencias a África nas respostas escritas do alumnado

Neste apartado examínase unha cuestión que emerxe ao analizarmos as respostas escritas: a identificación dos negros como "africanos", o que se considera consecuencia das representacións sociais. As informacións do instrumento escrito facían referencia aos negros, non aos africanos; agás no *item 1* (atletismo) no que se mencionaba África para explicar a orixe dos atletas estadounidenses. Porén algúns alumnos identificaron a todos os negros que se mencionaban especificamente como estadounidenses no enunciado de Watson e nos ítems 1 e 2, como vivindo en África. Na táboa 8.2 resúmense estas referencias a África nos distintos ítems.

Grupos/ítems	Item 1 atletismo	Item 2 sanidade	Item 3 desnutrición	Total
ESO (N=24)	2 (A19, A22)	2 (A16, A19)	4 (A5, A9, A16, A18)	8
MP (N=35)	–	1 (B18)	2 (B5, B23)	3
Bio (N=17)	1 (C16)	1 (C11, C16)	–	2
TOTAL	3	4	6	13

Táboa 8.2 Referencias a África nas respostas escritas do alumnado

Hai en total 13 referencias a África nas respostas de 11 alumnos aos ítems 1, 2 e 3. Oito delas son dos alumnos de secundaria.

Item 1 (atletismo)

Silvio, A19: *Porque eu creo que a intelixencia si ten relación coa forza. Unha persoa que vive en África ten unhas condicións de vida máis difíciles, como por exemplo ter que ir a buscar auga a moi lonxe. Isto provoca que moitos músculos se desenrolen e teñan máis resistencia e forza. En cambio, por exemplo en Europa, a escolarización dura moitos anos, con só dúas clases de educación física á semana o que provoca que co paso do tempo moitos músculos se vaian atrofiando. Apoia porque as persoas de raza negra non teñen medios para exercitar a mente e a intelixencia e o que lles pasa os habitantes europeos cos músculos pásalles aos africanos co cerebro. Non é que os de raza negra sexan máis tontos ca os outros senón que non exercitan a mente.*

Uxío, A22: *Non ten que ver xa que según teño entendido isto débese a que en África os nenos, para soportar a extrema pobreza e a soidade, van correndo a calquera lugar, e isto a longo prazo inflúe na súa capacidade atlética ...*

C16: *O feito de que os afroamericanos teñan un poder físico superior ós brancos no atletismo é un feito histórico xa que proveñen de escravos traídos dende África e sometidos a traballos forzosos en America polo que solo os de maior forza física sobreviviron. Así produciuse unha selección dos linaxes máis*

fortes eliminando os máis débiles, pero isto non ten que ver có cor de pel senón coa historia

Item 2 (sanidade en Europa e USA)

Talia, A16: *Porque nacen menos negros, porque o continente onde habitan máis negros, África é moito máis pobre, os hospitais teñen moi malas condicións e hai moitas enfermidades e os nenos case ningún están vacinados.*

Silvio, A19: *Non ten relación porque o que causa que haxa tanta mortandade infantil é que non hai boa hixiene. Aínda que isto pode estar relacionado indirectamente coa intelixencia eu creo que non porque quen ten moita culpa de que, por exemplo África esté así, témola nós Europa; porque no pasado explotamos África e logo deixámola "tirada na cuneta". Por eso agora esta así.*

B18: *Non porque se hai tanta mortalidade infantil é debido aos problemas de pobreza que sofren en África.*

C11: *Polo mesmo caso que na anterior [ítem 1], James W. fala da intelixencia, e non ten nada que ver coa saúde. A maior parte da poboación negra vive en África onde teñen que loitar contra a fame e enfermidades, sen dispor de moitos centros de saúde.*

A información deste ítem sobre as diferenzas na mortalidade infantil entre negros e brancos nun mesmo país, Estados Unidos, pretende poñer de manifesto a influencia ambiental. Esperábase que o alumnado puidera transferir esta idea á cuestión das oportunidades educativas. Malia que o ítem non menciona África, as respostas identifican aos negros como africanos, atribuíndolle a maior mortalidade ás peores de condicións de vida no *continente africano*.

Item 3 (desnutrición)

Vicenzo, A5: *Si, porque as persoas de cor, a maioría son africanas e non teñen comida, e a alimentación ten que ver co crecemento do cerebro, e polo tanto coa intelixencia.*

Xulia, A9: *Podería a ser, pero non o é, porque os nenos africanos pasan fame e case non hai escolas, pero non creo que este relacionado coa teoría de JW, creo que a súa teoría é unha discriminación para os negros, creo que a súa*

teoría é coma a das mulleres antes de que non podían traballar e facer traballos para homes.

Talía, A16: *Si, porque como xa dixen antes, África (continente onde habitan máis negros) é moi pobre e os nenos pequenos están desnutridos e non todos poden ir a escola, polo que non poden desenvolver o seu cociente intelectual.*

Teresa, A18: *Porque isto explicaría que polas orixes da raza negra en África e a fame alí, puideran estar menos desenrolados.*

B5: *Pode ser que a apoie [o enunciado de JW] pois a raza negra durante a antigüidade veuse relegada pola raza branca (ocorre tamén actualmente). Por exemplo, en África están sometidos a unha nutrición moi deficiente a cal influiría na capacidade intelectual.*

B23: *Ten relación porque hoxe por hoxe o continente que ten máis problemas de mal nutrición é o africano, de ahí deriva a idea de que son menos intelixentes.*

Aprécianse algunhas diferencias na forma de empregar África como referencia. A maioría menciona na resposta este continente como lugar onde viven todos ou a maioría dos negros, mentres que Silvio na segunda parte da súa resposta ao ítem 2 faino para presentar un argumento de tipo ético.

As informacións dos ítems 1 e 2 fan referencia aos negros de EEUU, no caso do ítem 1 este dato achégase como proba da influencia do ambiente no desempeño en atletismo e no 2 das diferenzas na mortalidade infantil entre negros e brancos. Tendo en conta isto as respostas de Silvio e Uxío aos ítems 1 e 2 apunta a unha identificación dos negros como “africanos”.

Entendemos que unha dimensión importante nestas respostas é que revelan unha representación social das persoas de cor negra como esencialmente distintas as de cor branca, representación que comprende distintos compoñentes, entre eles o de pertencer a ou habitar no continente africano. Isto é así mesmo cando explicitamente nos ítems 1 e 2 se lles indica que viven noutros lugares, como Estados Unidos. Pola contra, nas persoas de cor branca estadounidenses, que tampouco teñen antepasados nativos de América, senón de distintos lugares de

Europa, non se fai referencia a esa orixe.

8.2.4 *Análise das posicións interacción – determinismo nos debates orais en pequeno grupo*

Neste apartado discútense os resultados da análise das intervencións orais do alumnado de 3º de ESO (N=24) na segunda sesión, na que discutían en pequeno grupo a última pregunta da tarefa (anexo 2): *Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar: a) que James Watson leva razón ou b) que non leva razón?*

O propósito desta análise é examinar a coherencia entre as respostas individuais escritas e as intervencións orais. A rúbrica empregada é a mesma que se utiliza para as respostas escritas, resumida na figura 8.1

Os alumnos distribuíronse en 6 grupos (do R ao Z) de catro alumnos. A maior parte da sesión dedicouse a discutir a pregunta en pequeno grupo e os últimos dez minutos á posta en común. Discutimos os fragmentos de transcripcións de catro grupos (S, T, U, V), xa que nos grupos R e X a calidade das gravacións non permitiu unha transcripción adecuada. As transcripcións completas inclúense no anexo 6. Os alumnos identifícanse con pseudónimos que comezan pola letra do seu grupo. Algúns turnos omitíronse. A continuación abórdanse as discusións de cada grupo.

Grupo S (Suso, Silvio, Samuel, Sixto). Recoñecer a interacción xenes-ambiente

- 1 Samuel: *A ver!, ¿cual hacemos la primera [leva razón] o la segunda [non leva razón]*
- 2 Suso: *Yo creo que no lleva razón*
- 3 Samuel: *Ya*
- 4 Suso: *No lo que yo creo es que en el test, la pregunta esta que decía que..... era un problema de la nutrición. Yo creo que la causa es esa. La desnutrición infantil, cuando son pequeños..., para desarrollar toda la inteligencia que puedan necesitan comer.*
- 5 Samuel: *Eso puede ser*
- 6 Alumno: *Comer*
- 7 Suso: *Un blanco desnutrido también sería... Intentar hacer una norma. Todos esos son más que todos esos...*
- 8 Samuel: *Además, solo por el color de la piel!*

- 9 Suso: *Bueno, pero las condiciones de vida son diferentes...*
10 Samuel: *El tío es un premio Nobel, algo de esto tiene que saber.*
11 Suso: *La gran prueba es lo de...*
12 Samuel: *A un blanco desnutrido.*
13 Sixto: *Los negros aguantan más sin comer y beber... Es verdad, eh!*
14 Samuel: *Pero si desde que nace a un blanco y a un negro los tratas igual ... Además, en África los negros tienen que ir corriendo. En Suiza no tienen que ir corriendo para ir al colegio.*
15 Samuel: *Aquí te pregunta: ¿qué datos serían necesarios para probar que no la tiene?*
16 Suso: *Yo creo que lo de la desnutrición [...]. La desnutrición no es de los genes. La primera generación es desnutrida, la segunda..., va pasando...*
18 Sixto: *No tiene que ver con la información genética, ¿no? Capacidades que pueden desarrollar, la generación posterior sale mucho peor.*
22 Suso: *A igualdad de condiciones, yo creo que...*
23 Samuel: *Los negros y los blancos serían iguales.*
24 Suso: *Unos más y otros menos, pero vamos...*
25 Samuel: *Como cualquier persona. Nadie es igual.*

A discusión é protagonizada sobre todo por Suso e Samuel, con algunha participación de Sixto e pouca participación de Silvio. Ao principio do debate Suso afirma que Watson non leva razón achegando como proba a información do ítem 3 (desnutrición).

Ademais de identificar este ítem como proba da influencia do ambiente, utiliza estes datos para construír un argumento en contra do enunciado de Watson (turno 4). Incluso, vai máis aló refutando a Watson cando sinala que a desnutrición afectaría a brancos e a negros por igual (turno 7). A discusión mostra que este alumno entende o significado completo do enunciado de Watson como unha idea determinista sobre as 'razas' e a intelixencia, cando di no turno 16 que "la desnutrición no es de los genes", que pode interpretarse no sentido de que os xenes non poden explicalo todo.

Samuel inicialmente cuestiona a Suso apelando ao estatus de experto de Watson (turno 10 e tamén no turno 32 non reproducido). A súa intervención no turno 14 está baseada na identificación de "negros" con "habitante de África", discutida no apartado anterior, e reflectida nas respostas escritas de Silvio, deste mesmo grupo. Posteriormente nos turnos 22-25 co-constrúe un argumento con Suso e Sixto sobre a igualdade entre negros e brancos, facendo referencia a que as

diferenzas son a nivel de individuos ("Como cualquier persona. Nadie es igual") e non de grupos humanos, idea contraria ao determinismo biolóxico.

Sixto na primeira intervención, no turno 13, "los negros aguantan más sin comer y beber", reflicte unha posición determinista, atribuíndolle (de forma implícita) unha resistencia innata aos negros. Porén, máis na segunda intervención, "capacidades que se desarrollan", mostra unha posición que interpretamos de interacción.

As intervencións de cada alumno son coherentes coas respostas escritas.

No caso de Suso, todas elas son coherentes e están situadas na categoría *Recoñecemento da interacción xenes-ambiente*.

Sixto é un dos catro estudantes de secundaria que presenta unha resposta escrita codificada como *determinismo explícito*, o cal é coherente coa súa intervención no turno 13, mais non coa do turno 18, na que reflicte unha posición de interacción.

A resposta escrita de Samuel no ítem 1 foi codificada como *determinismo implícito*. Nas súas intervencións orais, hai algunhas intervencións que reflicten representacións deterministas, como a referencia a África no turno 14, e outras en apoio a Suso (turnos 23, 25) que recoñecen a interacción.

Isto mostra que parte do alumnado (Samuel e Sixto) pode non ter unha posición clara sobre esta cuestión. Hai que sinalar que aínda que Silvio non participou no debate, as súas respostas escritas aos ítems 1 e 2 reproducidas no apartado anterior fan referencia a África.

Grupo T (Trini, Tula, Talía, Teresa). *Hai uns xenes que determinan a intelixencia?*

1 Tula: *¿Qué pregunta elegimos para hacer? ¿Tú crees que lleva razón?, ¿tú crees que lleva razón?, Trini!, ¿tú crees que lleva razón [Watson]?*

2 Tula: *Yo creo que no.*

4 Talía: *Yo digo que no lleva razón*

5 Tula: *¿Por qué?*

6 Talía: *Porque a ver..., hombre!... Porque imagínate, tú juntas a un negro y a un blanco con la misma educación y a lo mejor el negro es más inteligente que el blanco.*

7 Teresa: *Sí!, pero depende! Pero por causas evolutivas creo que es verdad.*

- 8 Talía: *Lo único que les diferencia a los negros y a los blancos es el color. Es una razón física.*
- 11 Trini: *Es verdad*
- 12 Teresa: *El color viene por un gen.*
- 13 Tula: *A ver!, a mí esto me parece racista.*
- 14 Teresa: *Eso no es verdad!!, es un científico!*
- 15 Trini: *Claro.*
- 16 Tula: *A ver!, que pasa?!, ¿porque sean negros tienen que ser menos inteligentes?*
- 21 Teresa: *Que no!! Me quieres escuchar!., que no es racista!. Si hay tantos científicos que aprueben que hay un gen que...*
- 22 Talía: *¿Qué datos sería necesarios para probar que no tiene razón?*
- 23 Tula: *Joder!, pues analizar los genes y demostrar que despues del análisis...*
- 24 Talía: *Oye!, oye!, oye!! Eh!, mira!, yo creo que tendríamos que poner a un negro y a un blanco juntos, con la misma educación, con la misma comida y todo eso...y se demostraría!*
- 26 Teresa: *Pero que independientemente de eso ya hay causas evolutivas que no pueden cambiar eso de un día para otro!!*
- 30 Talía: *A ver!! Yo digo que los blancos y los negros tienen la misma capacidad intelectual que todo el mundo.*
- 35 Teresa: *Me vas a decir que los negros llevan la misma evolución que los blancos!, no!! Pueden tener los mismos genes pero menos desarrollados.*
- 36 Talía: *Ya!, ya!! Pero es que un negro que se cría así, en un país non desenvolvido no tiene las mismas capacidades que un blanco!*
- 39 Teresa: *Si lleva razón!*
- 40 Trini: *Podría llevarla!*
- 41 Tula: *Exacto! Podría llevarla y podría no llevar razón.*
- 42 Teresa: *Los niños negros de Estados Unidos van a la escuela exactamente igual que los blancos y puede ser que les crezca más... Pero no quiere decir que todos los negros sean tontos y que no puede haber gente que triunfe y que sea negra y ningún científico que sea negro. Lo que pasa es que dice que hay en general un gen...*
- 43 Tula: *¿Y dónde está ese gen?*
- 44 Teresa: *Y yo que sé!., lo dice este señor que dice que lo va a encontrar!*
- 45 Tula: *Este señor dice que dentro de 10 años!, ¿y por qué dentro de 10 años y no ahora?*
- 46 Teresa: *Porque la ciencia evolucionará!*
-
- 55 Talía: *A ver..., yo creo que los negros y los blancos tienen la misma capacidad intelectual. [...] porque por ejemplo, hay muchos negros que viven en Africa, porque mayoritariamente viven en Africa y no tienen mejores condiciones de..., bueno! No van al colegio muchos, etc. Yo creo que hay muchos famosos que son negros y que son listos. No tiene nada que ver yo creo.*

Neste grupo as alumnas presentan opinións discrepantes: por unha banda, Talía e Tula están en contra de Watson, e por outra, Teresa e Trini apoian a este (aínda que Trini intervéen pouco na discusión).

Ao principio do debate Tula afirma que Watson non leva razón e di que a súas afirmacións son racistas (turnos 13, 16), "¿porque sean negros tienen que ser menos inteligentes? Máis adiante, cando discuten que probas serían necesarias para refutar a Watson, sinala que os xenes "da intelixencia" aínda non foron descubertos (turno 45), o cal revela que identifica que o enunciado non está sustentado en probas.

As intervencións de Talía sitúanse na posición de interacción xenes-ambiente. A alumna apoia a idea de que as persoas son distintas por causas ambientais (turno 36).

Teresa apoia a Watson e opónse a Tula (turnos 14, 21) xustificando o enunciado na súa condición de experto. Esta alumna amosa unha posición determinista ao longo do debate. Apela a unha evolución distinta entre negros e brancos (turno 35), chegando a afirmar que os negros "pueden tener los mismos genes pero menos desarrollados".

Trini apenas intervéen. No turno 39 afirma que Watson leva razón e ao final do debate (turno 66, non reproducido) apoia a Teresa argumentando que as diferenzas non son unicamente unha cuestión de cor da pel, o que revela unha posición determinista.

As intervencións de cada alumna son coherentes coas súas respostas escritas.

No caso de Tula e Talía, todas elas son coherentes e están situadas na categoría *Recoñecemento da interacción xenes-ambiente*. Talía, fai referencia a África (turno 55) como lugar onde viven a maioría dos negros, o cal é coherente coa súa resposta escrita ao ítem 3.

Teresa amosa unha posición coherente coas súas respostas escritas aos catro ítems, codificadas como *determinismo explícito*. Utiliza o mesmo argumento que na súa resposta escrita ao ítem 4, a evolución diferenciada entre negros e brancos, para apoiar o enunciado de Watson.

Trini amosa unha posición coherente coa súa resposta ao ítem 1, *determinismo implícito*.

Grupo U (Ubaldo, Ulises, Uxío, Urbano). É a melanina o único que diferencia a brancos e a negros?

1 Ulises: *La segunda, la segunda* [que JW non leva razón]

2 Uxío: *Por los datos estos de que...*

3 Ulises: *No. La segunda* [que JW non leva razón]

4 Ubaldo: *La primera* [que JW leva razón] *no*.

5 Uxío: *Ah!, no!, no!! La primera, la primera. No, no, yo estoy de acuerdo con la primera* [que JW leva razón]

6 Ulises: *No y yo!*

52 Uxío: *Vale, a ver, ¿qué datos serían necesarios para probar que JW non leva razón? Eu creo que unha proba decisiva sería a de probar o nivel de melanina, xa que esta sustancia parte está contida nos xenes e outra parte non, pero.... debido a que se estás moito o sol e coa evolución...*

53 Ubaldo: *Pero estamos hablando de por qué son tontos, non de porque son negros.*

54 Uxío: *Non, non son tontos porque a melanina o único que fixo... O único que son diferentes son na cantidade de melanina que conteña o corpo, entón...*

55 Ubaldo: *Non, non estamos falando de si son morenos.*

56 Uxío: *Non pero JW dixo que as persoas negras son menos intelixentes que as persoas brancas, entón a única diferenza que teñen... Pero a única diferenza que teñen estas persoas son na melanina que conteña o corpo, son máis morenas única e exclusivamente. Logo no ámbito de comer ou comer menos, eso non é culpa súa, senon da escasez de recursos. Entón eu non creo que sean máis ou menos.*

57 Ubaldo: *Pero no estamos hablando de que coman, de que puedan o no puedan comer máis.*

58 Uxío: *Pero si comen, depende de la cantidad de nutrientes o cerebro desenvólvese máis ou menos. Entón...*

59 Ubaldo: *Pero tú estas diciendo que somos por así decirlo... viven en Africa en condiciones adversas.*

60 Urbano: *Pero no tienen recursos, pero no son ellos! Para mí que no sólo influye la evolución, sino que al vivir en países subdesarrollados tienen menos posibilidades que nosotros.*

61 Ubaldo: *No pueden ir a la escuela.*

62 Urbano: *No pueden ir a la escuela, no pueden desarrollar...*

66 Ulises: *Uxío!, tú pon a un niño negro y a un niño blanco, en el mismo país, con los mismos padres, con los mismos genes. Sólo con diferente color.*

67 Uxío: *Sí. Si son de diferente color no tienen los mismos genes.*

O debate do grupo U non se centra na mesma cuestión durante todo o tempo, senón que cambia de tema en varias ocasións. Ao principio (turnos 1-6) os alumnos só din que estan en contra (Ulises, Ubaldo) ou a favor de Watson (Uxío). Máis adiante, Uxío cambia de postura. Este alumno suxire que a cor de pel é a única diferenza entre negros e brancos e propón como proba comparar a cantidade de melanina (turno 54). Para Uxío, a cor da pel é unha característica resultado da interacción entre os xenes e o ambiente (confundindo aparentemente a cor de pel co bronceado), e suxire que a intelixencia depende tamén de factores externos. Concretamente, relaciona a nutrición coa maior ou menor capacidade intelectual, "depende de la cantidad de nutrientes o cerebro desenvólvese máis ou menos" (turno 58).

Ubaldo opónse a Uxío, dicíndolle que non pon atención na cuestión que teñen que discutir. Unha das súas intervencións poderíamola considerar determinista, ou incluso racista (turno 53). Aínda que máis tarde concorda con Uxío, atribuíndolle aos negros un menor desempeño debido á falta de oportunidades educativas.

Urbano intervéen pouco, nas súas dúas intervencións amosa unha posición de interacción (turno 60).

As respostas escritas de Uxío, Ubaldo e Urbano foron codificadas como *determinismo implícito*. Porén, no debate oral, as súas posicións recoñecen a interacción. No caso de Ubaldo, hai algunhas intervencións que reflicten posicións deterministas "pero estamos hablando de por qué son tontos, non de porque son negros" (turno 53), e outras máis adiante en apoio a Uxío (turnos 59, 61, non reproducidos) que recoñecen a interacción.

Isto revela, como no grupo S, que parte do alumnado pode non ter unha posición clara sobre esta cuestión.

Grupo V (Víctor, Vincenzo, Valerio, Violeta). James Watson leva razón por ser un premio Nobel

1 Violeta: *A ver!, a ver!., ¿qué creeis que es esto? ¿Creeis que lleva razón o que no lleva razón?*[James Watson]

2 Valerio: *A ver, ¿quién era el tío este para empezar?*

- 3 Violeta: *Un científico especializado en neurología.*
4 Valerio: *Era blanco.*
5 Violeta: *A lo mejor era bastante racista consigo mismo. Bueno, no creo, sería blanco! Pero a ver, a ver, ¿creeis que puede probar que los negros son menos inteligentes porque hay genes?*
6 Vincenzo: *Tendrá que demostrarlo de alguna manera.*
7 Violeta: *A ver, en serio.*
8 Valerio: *Este tío no lleva razón y punto hala.*
9 Violeta: *¿Hay alguno que cree que si puede tener razón, que los negros son menos inteligentes e inferiores por ser negros?*
10 Víctor: *¿Y si es verdad?*
11 Vincenzo: *Hay negros listos. Hay negros tontos y negros listos, como hay blancos tontos y blancos listos.*
12 Violeta: *Ya, es como...*
13 Valerio: *Pues el tío este que haga un test de inteligencia a blancos y a negros, a unos cuantos.*
14 Violeta: *¿JW fue premio en el 62?*
15 Vincenzo: *Ah!, sí!, es Premio Nobel!*
16 Valerio: *No se entiende.*
17 Violeta: *Joba, pero tendrá algún argumento para decirlo, si, no?*
19 Violeta: *Premio Nobel! Tendrá que tener algo para pensar eso! A ver! Es premio Nobel no lo dirá así, sin más, ¿no?*
20 Valerio: *Porque probablemente sea un racista que quiere demostrar que los blancos son más inteligentes.*

No grupo V interveñen tres estudantes no debate. Violeta dirixe o debate desde o principio pedíndolle ao resto de compañeiros a súa opinión sobre as declaracións de Watson. O debate non se centra na pregunta formulada na tarefa, senón en discutir se Watson leva ou non razón afirmando que os negros son menos intelixentes que os brancos. Probablemente, isto é debido a que no inicio do debate Violeta utiliza como estratexia para promover a discusión identificar diferenzas de posturas entre os membros do grupo. Esta rapaza asume que Watson é neurólogo ao falar da intelixencia, e branco por facer unha declaración racista que infravalora aos negros (turno 5). Repite a afirmación de Watson en forma de pregunta.

Vincenzo achega un dato interesante; fai unha distinción entre individuos de cada grupo cando afirma: “Hay negros listos. Hay negros tontos y negros listos, como hay blancos tontos y blancos listos” (turno 11). Esta afirmación equivale a dicir que non hai diferenzas entre grupos humanos, idea contraria ao

determinismo biolóxico.

Víctor é o único alumno que non se opón a JW de forma explícita, o cal é consistente coas súas respostas escritas. Este alumno intervéñ só tres veces na discusión (turnos 10, 32, 46). A primeira delas considerando a posibilidade de que a pregunta feita por Violeta: "...los negros son menos inteligentes e inferiores por ser negros?" sexa certa, o cal mostra unha posición determinista.

Podemos afirmar que se trata do grupo no que hai unha menor coherencia entre as respostas escritas e as intervencións orais. As respostas escritas de todos estes alumnos reflectían posicións deterministas, mentres que no debate oral só Víctor parece apoiar a Watson. O resto está en contra de Watson, malia que non constrúen un argumento coherente en contra do determinismo (como o de Suso no grupo S), senón que o que fan é criticar a Watson por racista.

En resumo, en relación á coherencia entre as respostas escritas e as intervencións de 14 alumnos no debate oral, existe coherencia en seis casos (tres mostran unha posición determinista, e outros tres de interacción); en cinco casos non hai coherencia (pasan dunha posición determinista a unha posición de interacción), e en tres casos a súa posición no debate móvese entre o determinismo e a interacción, apelando ao estatus de premio Nobel de Watson.

8.3 Representacións sociais na elección da mellor explicación causal

Neste apartado examínanse as posicións do alumnado nun espectro interacción – determinismo sobre a expresión dos xenes na tarefa "Os velocistas negros" (anexo 5). Os participantes son unha aula de 1º de Bacharelato (instituto Serra, N=35, cinco grupos: A-E) e outra de 4º de ESO (instituto Vila, N=17, catro grupos: F-I).

Preséntase en primeiro lugar a rúbrica construída e a análise do debate oral e en segundo, as conclusións que se derivan desta análise. Parte destes resultados discútense en Puig e Jiménez-Aleixandre (2011).

8.3.1 Rúbrica para analizar as representacións sociais na elección da

mellor explicación

Neste apartado discútase a construción da rúbrica coas categorías resultantes, aplicándoa as discusións orais en pequeno grupo sobre a pregunta 2, que solicitaba ao alumnado elixir a mellor explicación causal é xustificar a súa elección en base ás informacións achegadas. Empregamos como criterio para construír a rúbrica *recoñecer as interaccións xenes-ambiente*. Con este criterio, establecéronse tres categorías resumidas na táboa 8.3: 1) os xenes son os únicos responsables nos desempeños; 2) os xenes e o ambiente inflúen por separado, tendo unha maior importancia os xenes; 3) influencia (combinada) de xenes e ambiente.

Categorías	Grupos
1. <i>Os xenes son os únicos responsables nos desempeños</i>	2 (H, I)
2. <i>Os xenes e o ambiente inflúen por separado, tendo unha maior relevancia os xenes</i>	2 (A, C)
3. <i>Influencia (combinada) de xenes e ambiente</i>	5 (B, D, E, F, G)

Táboa 8.3 Categorías para a análise das representacións sociais.

A continuación caracterízase cada unha das categorías con exemplos das discusións orais dos distintos grupos.

Categoría 1 Os xenes son os únicos responsables dos desempeños

Inclúe as intervencións dos grupos que lle atribúen única e exclusivamente aos xenes os resultados no desempeño en atletismo. Incluímos nesta categoría os grupos H e I.

O grupo H está formado por cinco alumnos. Malia que dous alumnos, Hilario e Henrique, mencionan a influencia do ambiente ao inicio da discusión, Héctor e Hugo dominan o debate:

Grupo H (cinco alumnos)

66 Hugo: *Eu creo que é esta [opción A, xenes] porque pon que todos son negros pero que non todos teñen que nacer no mesmo país. Poden ser estadounidenses, de Inglaterra*

67 Héctor: *O Jamaicanos*

68 Investigadora: *Y eso de que se entrenen en distintos países que quiere decir?*

69 Héctor: *Que da igual, que como xa teñen os xenes dos negros que xa...,*

73 Hugo: *No, dicía que los negros son mejores que los blancos porque da igual donde naceran que sempre quedan primeiros.*

75 Hilario: *Yo pienso que ayuda ser negro pero que también depende de donde entrenes porque no es lo mismo entrenar en África que entrenar en Estados Unidos.*

79 Héctor: *O entrenamiento a veces non depende, porque dase o caso de que por exemplo Usain Bolt faga unha carreira sen entrenar e tamén gañe, sen entrenar durante un ano así.*

80 Investigadora: *Sí e iso por que é?*

81 Héctor: *Home sen entrenar para competir internacionalmente. Iso é polos xenes, polos xenes de Usain Bolt.*

No grupo I hai catro alumnas. Dúas rapazas, Iolanda e Irma, dominan o debate, e outras dúas case non participan. Mencionan a idea da influencia do ambiente, mais apoian a explicación a, que lle atribúe aos xenes o desempeño en atletismo.

Grupo I (4 alumnas)

56 Iolanda: *Es la A porque todo influye por los genes*

57 Irma: *Es La A, los genes*

58 Investigadora: *Ben, ti pensas que son los xenes e ti tamén? Por que?*

59 Iolanda: *Si, porque va todo en los genes.*

66 Iolanda: *Y que nacen todos en la parte de..., fuera de África, en EEUU.*

67 Investigadora: *Vale, y eso que quiere decir para vos?*

68 Iolanda: *Que no son de África!*

69 Isabel: *Pues.. que tiene que ver el clima también*

70 Iolanda: *Pues que no tiene que ver el clima! Que lo que tiene que ver son los genes!*

Alumna: *Y porque todos son negros? y por que no gana un blanco?*

Iolanda e Irma: *Pues porque lo llevan en los genes! Y los blancos tienen otros genes!*

Hugo e Iolanda interpretan a información da táboa de medallistas (anexo 5) non en termos de ausencia de atletas africanos (malia que o profesor destacara este feito ao principio da tarefa), senón como unha proba da superioridade dos xenes sobre o ambiente, "porque da igual donde naceran" (Hugo, turno 73). Héctor e Hugo do grupo H, e Irma e Iolanda atribúenlle única e exclusivamente aos xenes os resultados no desempeño en atletismo. Pensamos que isto podería ser

debido a catro cuestións:

(a) A persistencia das representacións sociais sobre as diferenzas xenéticas entre negros e brancos.

(b) Que os estudantes só lle prestan atención á información que apoia unha hipótese en particular.

(c) A unha maior dificultade en percibir os datos que non se mostran de forma explícita, ou que están ausentes (os posibles velocistas africanos) fronte aos que si se lles proporciona no ítem, de forma similar ao sinalado por Jiménez-Aleixandre e Pereiro (2002).

(d) Ás dificultades en comprender a información presentada, por exemplo, algúns alumnos non identificaron o país de adestramento como un factor relacionado co ambiente.

Categoría 2 Os xenes e o ambiente inflúen por separado, tendo unha maior importancia os xenes

Esta categoría inclúe as explicacións dos grupos que recoñecen a influencia dos xenes e do ambiente, malia que tratan a ambos como factores separados, dándolle unha maior importancia aos xenes. Inclúe as explicacións de dous grupos, A e C. Reproducimos un fragmento de transcripción do grupo C que ilustra esta postura.

Grupo C (8 alumnos)

37 Roi: *Eu penso que é a. Porque un blanco tamén se pode entrenar. Os blancos tamén se alimentan tío. Entón será polos genes*

38 Bernal: *Pero basandonos nesto [na información achegada], pois non sei.*

39 Carmelo: *Pero cando se marca a diferencia é en iguais condicións.*

40 Roi: *Pois é o que che está dicindo! Que en iguais condicións son mellores os negros.*

41 Rosendo: *Eu penso que é A. Porque en igualdade condicións as persoas negras son moi superiores as brancas. E isto é debido aos seus xenes, xa que a alimentación e o seu ambiente poden ser igualados tanto en persoas negras como en persoas brancas, quedando como única diferencia os seus xenes. En igualdade de condicións, aínda así seguirían a ser superiores as persoas brancas.*

Parece que para estes alumnos as circunstancias ambientais, a alimentación e o adestramento, poderían ser moduladas, modificadas, e "igualadas". Pola contra, non aceptan que a expresión dos xenes poida ser modulada, nin tampouco

que a existencia de condicións ambientais distintas poida modificar os resultados no desempeño. Entendemos que para estes alumnos o ambiente e os xenes teñen un estatus diferente.

Categoría 3 *Combina a influencia dos xenes e do ambiente*

Nesta categoría inclúense as explicacións dos grupos que recoñecen a influencia dos xenes e do ambiente, malia que chegan a esta conclusión de distinto modos. Os grupos D, F e G, elixen a explicación antes de discutir o significado de cada información, e os grupos B e E, fano a partir dos datos achegados. Isto pódemolo apreciar no fragmento de transcripción do grupo E:

Grupo E (6 alumnos)

28 Román: *Ten que ser as dúas [xenes e ambiente] porque aquí aparte fala da nacionalidad: Estados Unidos, Estados Unidos, Jamaica.... E iso é o ambiente! Polo sitio no que se desenvolven. Aparte tamén é genética porque a cor de pel é: negra, negra, negra e ademais todos están entrenados en países de habla inglesa menos o jamaicano, iso é ambiente.*

31 Ernesto: *Eu creo que é as dúas. Si! porque por moi bo que eres tiñan que comer ademais de ser entrenados.*

32 Estrela: *Aparte aparecen todos en localidades en donde todos poden traballar e desenvolver esa...*

34 Rexina: *A ver, yo creo que é a c [interacción xenes-ambiente]*

35 Estrela: *A ver, yo creo que é a c.*

36 Ernesto: *Eu tamén, todos.*

Este grupo escolle como mellor explicación aos logros en atletismo a opción c, interacción xenes-ambiente, usando os datos da táboa dos gañadores de medallas de ouro para xustificar a súa explicación. Recoñecen a influencia do ambiente (a alimentación, o adestramento e o país de adestramento), e dos xenes (a cor de pel) no desempeño en atletismo.

8.4 Conclusións parciais sobre as posicións do alumnado respecto á expresión dos xenes e as 'razas'

Neste apartado discútese os resultados en relación á segunda pregunta de investigación: *Que diferentes posicións nun espectro interacción – determinismo maniféstanse nos argumentos sobre a expresión dos xenes?* En primeiro lugar,

abórdanse os resultados e as conclusións parciais das posicións do alumnado no contexto de avaliación crítica dun enunciado e, en segundo lugar, na elección duha explicación causal.

8.4.1 *Conclusións parciais sobre as posicións interacción – determinismo na avaliación dun enunciado*

As respostas escritas do alumnado distribúense en catro categorías que reflicten as distintas posicións nun espectro interacción – determinismo. A análise mostra que a meirande parte se sitúan na categoría b *Non considerar a oposición interacción – determinismo*.

Existen diferenzas entre os catro ítems e tamén entre os tres grupos. O ítem 1 é o de maior frecuencia de respostas codificadas como determinismo (un 18.4% de forma implícita e un 11.8% de forma explícita). Interpretamos que poden existir interferencias entre a perspectiva científica sobre as interaccións xenes-ambiente, e as representacións sociais sobre as 'razas'. Tamén que estas representacións, nocións socialmente construídas (Moscovici, 1961), están presentes nas ideas de certa proporción do alumnado.

A análise das respostas escritas sobre a última pregunta, que lle pedía ao alumnado a súa opinión sobre o enunciado de Watson, mostra que a meirande parte do alumnado cambiaba a súa opinión a medida que cubrían por escrito a tarefa, quizais debido á información do ítem 3, desnutrición. Os resultados mostran que 11 alumnos inclúen os datos deste ítem nas súas respostas; 3 alumnos da ESO e 8 de maxisterio.

O debate oral en 3º de ESO, desenvolvido nunha segunda sesión, despois de que o profesor discutise as preguntas da tarefa co alumnado, tamén revela algúns cambios de postura entre eles. Cerca da metade dos que manifestaron unha visión determinista nas súas respostas escritas, cambian de postura no debate oral. Isto pon de manifesto a necesidade de abordar a cuestión das 'razas' na aula de bioloxía. Suxerimos que o determinismo, unha representación social, podería influír na avaliación de probas por parte do alumnado. Isto sería coherente coa influencia das identidades na avaliación de probas discutida en López-Facal e

Jiménez-Aleixandre (2009). A discusión do grupo T apoia esta idea. Teresa, a única estudante que responde mostrando unha posición determinista nos catro ítems, limitábase a repetir ao longo do debate a súa opinión sen prestar atención ás probas achegadas polos seus compañeiros.

Interpretamos que a avaliación de probas pode estar máis influenciada por estas representacións sociais que polo coñecemento científico sobre o modelo de expresión dos xenes. Os alumnos con formación en bioloxía tamén tiveron problemas en levar a cabo a tarefa.

A proporción de respostas deterministas é maior no ítem 1. Interpretamos estes resultados en termos dunha maior influencia das representacións sociais nunha cuestión que trata sobre os negros.

Outro aspecto que comprobamos nas respostas do alumnado é o efecto que teñen as súas propias teorías no xeito de responder a unha cuestión socio-científica. Un exemplo é a identificación dos negros como "africanos", o que se considera consecuencia das representacións sociais. As informacións do instrumento escrito facían referencia aos negros, non aos africanos; agás no *ítem* 1 (atletismo) no que se mencionaba África para explicar a orixe dos atletas estadounidenses.

En conclusión, interpretamos que estes resultados apuntan á influencia das representacións sociais e ás dificultades polo alumnado para desenvolver unha opinión independente.

8.4.2 *Conclusións parciais sobre as representacións sociais na elección dunha explicación causal*

A análise das posicións do alumnado no contexto de elección dunha explicación causal sobre os logros en atletismo dos velocistas negros, revelan que non todos os grupos recoñecen a influencia dos xenes e do ambiente nas súas explicacións. En dous grupos do instituto Vila, H e I, o discurso predominante atribúe única e exclusivamente aos xenes o desempeño en atletismo. Outros dous grupos do instituto Serra, A e C, recoñecen o papel do ambiente, malia que o entenden como subordinado aos xenes. E cinco grupos, tres deles do Serra (B, D, E) e dous do

Vila (F, G) chegan a unha explicación que combina a influencia dos xenes e do ambiente; mais non recoñecen explicitamente a interacción.

O número reducido de grupos non permite xeneralizar estes resultados; de todos modos, o feito de que dous dos grupos que opinan que os xenes teñen o papel determinante sexan da mesma clase podería estar relacionado co enfoque de ensinanza nesta aula. No capítulo 9 afondaremos nesta cuestión.

A análise das discusións orais sobre a terceira versión da tarefa de Watson (anexo 5), na que só se lle preguntaba ao alumnado que probas darían a favor ou en contra do enunciado de Watson, revela que a maioría dos grupos mostran unha postura coherente en relación ás súas explicacións nesta tarefa. Todos os alumnos recoñecen a influencia do ambiente na intelixencia, agás os alumnos do grupo H, que afirman que esta depende só do xenotipo. Cando se lles pide que xustifiquen esta explicación, un deles, Henrique, di: "ti naces xa cunha capacidade" (turno 65) e Helena engade: "Por moito que fagas non o vas poder desenvolver máis do que tes! (turno 66)". Parece que Henrique cambia de postura en relación a esta tarefa na que recoñece a influencia do ambiente. Isto poderíamolo relacionar co liderazgo de Hugo e Héctor que apoian a opción A, xenes, reiteradamente.

CAPÍTULO 9

O COÑECEMENTO ENSINADO: DISCURSO DOUS PROFESORES NO CONTEXTO DA UNIDADE DIDÁCTICA

9.1 Introducción

Neste capítulo preséntanse os resultados en relación co terceiro obxectivo de investigación: *Examinar o discurso de dous profesores en dúas aulas nas que se levou a cabo a unidade didáctica sobre o modelo de expresión dos xenes, en termos de apoiar a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado*. Este obxectivo concrétase na pregunta:

Pregunta 3. Que diferenzas hai entre os discursos e os contratos didácticos de dous profesores que implementan a mesma versión da unidade didáctica, en termos de apoiar a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado?

Abórdase o discurso dous profesores no marco das interaccións profesor-alumnos en dúas aulas nas que se levou a cabo a mesma unidade didáctica, o que Tiberghien, Vince e Gaidioz (2009) denominan a *acción conxunta*. O propósito é mellorar o coñecemento sobre como favorecer a apropiación do modelo de expresión dos xenes e o uso de probas polo alumnado.

En primeiro lugar examínanse o discurso dos profesores nas distintas sesións; en segundo lugar abórdanse os movementos discursivos nun episodio da primeira sesión; en terceiro lugar caracterízase o contrato didáctico creado nas dúas aulas; rematando coas conclusións que se derivan desta análise. Esta análise constitúe parte do traballo de Puig e Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011): *Different music to the same score: teaching about genes, environment and human*

performances, en Sadler (Ed), *Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research*.

9.2 Discurso de dous profesores: textualización e guía das tarefas

Neste apartado analízase o discurso de dous profesores. A acción didáctica segundo Tiberghien et al. (2009) é unha produción conxunta baseada na comunicación que ten lugar ao longo do tempo entre o docente e o alumnado, e polo tanto é específica dunha aula determinada. Examínase o discurso de dous profesores, identificados con pseudónimos, Val e Quiroga. O contexto é o desenvolvemento da mesma versión da unidade didáctica sobre o modelo de expresión dos xenes en dous institutos. Val nunha aula de 4º de ESO (N=18), e Quiroga nunha aula de 1º de Bacharelato (N=35). Analízanse as transcricións das gravacións en vídeo e audio das distintas sesións da unidade. Préstase especial atención á primeira sesión, xa que ao corresponder á introdución de conceptos de xenética a meirande parte do discurso corresponde aos profesores. Abórdase en primeiro lugar a textualización na primeira sesión nas dúas aulas e, en segundo, a guía de ambos profesores ao alumnado na realización das tarefas no resto das sesións.

9.2.1 Textualización na primeira sesión nas dúas aulas

Para a análise utilízase o concepto de textualización, definido por Mortimer (2000) co sentido de intervencións verbais (orais ou escritas) que pertencen aos distintos xéneros de discurso das clases de ciencias. Para Mortimer as operacións de textualización inclúen describir, explicar, xeralizar, clasificar, definir, construír argumentos ou apelar a analogías, entre outras. Entendemos textualización como a elaboración dun texto e para a análise destes datos son relevantes as operacións de descrición, explicación e xeneralización, ás que nós engadimos aplicación. A primeira sesión divídese en episodios atendendo a dúas cuestións: o contido temático do discurso e o tipo de movementos discursivos.

Episodios e movementos	Val	Quiroga
Ep. 1 Introdución da lección: <i>definicións e descrições</i>	O profesor define 14 conceptos de xenética. Fai unha pregunta de resposta si/non a unha alumna.	O profesor contextualiza a unidade, escribe no encerado sete conceptos de xenética e solicítalle ao alumnado que os defina en parellas.
Ep. 2 <i>Explicación</i>	Explicación de fenotipo: o profesor explica o concepto de fenotipo usando seis exemplos. Fai dúas preguntas de si/non. Os alumnos atenden e un responde	Explicación de xenotipo: Interacción discursiva (16 turnos) profesor-alumnos sobre a definición de xenotipo. O profesor fai sete preguntas. Seis alumnos participan.
Ep. 3 <i>Explicación, xeneralización e aplicación</i>	O profesor explica a influencia do ambiente na expresión do xenotipo con 7 exemplos. Fai dúas preguntas de si/non e solicita máis exemplos da expresión dos xenes. Os alumnos achegan tres.	Diálogo prolongado (73 turnos) entre profesor e alumnos sobre se o xenotipo sempre se manifesta. O profesor usa dúas analoxías para explicar as relacións xenotipo-fenotipo. Fai 30 preguntas e introduce unha reflexión meta-cognitiva. 12 alumnos participan na discusión, e ofrecen exemplos sobre a influencia dos factores ambientais.
Ep. 4 <i>Explicación</i> Outros conceptos de xenética	O profesor explica as relacións entre alelos dominantes/recesivos e o fenotipo, con tres exemplos. Fai dúas preguntas. Os alumnos responden.	Tres diálogos profesor-alumnos de 12, 11 e 14 turnos respectivamente sobre: alelos, homocigoto/heterocigoto e dominante/recesivo. O profesor fai 15 preguntas á clase. Seis alumnos responden ás preguntas.
Ep. 5 Repaso e preguntas de avaliación	A investigadora pregunta sobre as diferenzas entre xenotipo/fenotipo e solicita exemplos de características fenotípicas. Catro alumnos responden; achegan os mesmos exemplos do profesor.	A investigadora pídelles exemplos de fenotipo. O profesor fai tres preguntas 11 alumnos responden ás preguntas
Ep. 6 Implicacións sociais modelo expresión dos xenes	—	O profesor aborda o determinismo de forma explícita. Fai nove preguntas sobre as interaccións xenes-

Táboa 9.1 O coñecemento ensinado na sesión 1: comparación dos episodios e dos movementos discursivos.

Os episodios seguen unha pauta de movementos discursivos consecutivos

de textualización: *descripción*, que segundo Mortimer é unha primeira aproximación a un sistema, obxecto ou fenómeno, neste caso a definición de conceptos de xenética; *explicación*, que establece relacións entre entidades e conceptos, usando un modelo teórico para explicar un fenómeno específico; e *xeneralización*, que consiste en elaborar descrições e explicacións independentes dun contexto específico. A estes tres, engadímoslle *aplicación*, cando se aplica unha noción a un novo contexto, neste caso fenotipo.

Como resultado desta análise divídese a primeira sesión en seis episodios resumidos na táboa 9.1, dos que cinco son comúns. A continuación discútese cada episodio en detalle.

Episodio 1 Introducción da sesión: definicións e descrições

Val (turnos 1-4): Nesta aula é un episodio expositivo, xa que non hai interaccións profesor-alumnos. Os movementos discursivos predominantes son *descripción* e *definición*. O profesor introduce 14 conceptos de xenética utilizando o powerpoint: células somáticas/gametos; cromosoma-cromátidas-cromatina; mitose-meiose; cromosomas homólogos-análogos; alelos; locus, mutación; homocigoto-heterocigoto. Os alumnos atenden ao profesor. Despois de definir os conceptos, fai unha pregunta que pode responderse con si/non a unha alumna concreta, Felisa, aínda que non lle deixa tempo para que desenvolva a súa resposta, senón que o fai el mesmo.

2 Val: *Felisa, unha persoa é homocigota para todos os seus xenes ou heterocigota para todos os xenes? Ti que cres?*

3 Felisa: *Non*

4 Val: *No, temos miles de xenes e para uns somos homocigotos para outros somos heterocigotos eh? e cada persoa é como é. E que un sexa homocigoto non quere dicir que os demais o sexan, haberá toda unha variedade.*

Quiroga (turno 1): comeza a clase conectando a xenética coa evolución. Introduce a sesión mostrando unha diapositiva de Mendel. Lévalles aos alumnos uns chicharos que eles mesmos recolleron nunha visita previa ao laboratorio de Mendel. A continuación, escribe no encerado electrónico sete termos: xenotipo, fenotipo, alelo, homocigoto, heterocigoto, dominante e recesivo, e fai fincapé na

importancia de entender estes conceptos e non memorizalos para poder explicar distintos fenómenos. De seguido, solicítalle ao alumnado traballar en parellas na definición destes sete conceptos.

Episodio 2 Explicacións sobre xenotipo e fenotipo

Val (turnos 5-13): comeza preguntándolle a unha alumna, Irma, pola definición de fenotipo, e continúa co mesmo patrón discursivo de explicar e preguntar sen esperar a que os alumnos desenvolvan as súas respostas. Define o fenotipo deste xeito: “ (...) *Unha definición podería ser esta: O fenotipo é o que se ve, son as características dun organismo observables. É calquera característica observable nun individuo, o sea, a súa forma, morfoloxía, etc. Tamén propiedades químicas y fisiolóxicas dese individuo. Incluso propiedades do seu comportamento tamén serían fenotípicas*” (Val, turno 6).

A continuación, móstralles tres exemplos de características fenotípicas: unha característica observable (cor de ollos), outra de comportamento (ratos) e, unha bioquímica (intolerancia á lactosa). O profesor explícalles que o fenotipo dos pais non sempre ten que coincidir co dos fillos e achega como exemplo a cor de pelo dos ratos. De seguido, pregúntalle a un alumno, Hugo (turno 11), se o fenotipo é herdable ou non, ao que este alumno responde que “non” (turno 13).

Quiroga (turnos 2-17): inicia unha discusión co alumnado sobre os conceptos de xenética que lles pediu definir en parellas, empezando polo xenotipo. Pregúntalles pola localización dos xenes e a súa orixe.

2 Quiroga: *Xenotipo, a ver, que entendedes por aí desa palabra? Hai xente que di directamente que non sabe o que non coñece esa palabra*

3 Estrela: *É o conxunto de xenes que ten calquera organismo*

4 Quiroga: *Esto é moi fácil de dicir, é o conxunto de xenes que ten un organismo. Pero onde se encontra eses xenes?*

5 Estrela: *En el ADN*

6 Quiroga: *Si, pero donde se meten, donde están localizados?*

7 Estrela: *En la sangre*

8 Quiroga: *Na sangue?*

9 Ernesto: *No núcleo*

10 Quiroga: *No núcleo de que?*

11 Ernesto e outro: *Das células*

12 Quiroga: *De que células?*

13 Monica: *Dos huesos...*

14 Alumno: *De todas*

15 Quiroga: *De todas as células. O xenoma, o primeiro xenoma, donde estaba, por exemplo? No núcleo de que células? A ver, no noso caso, o primeiro xenoma noso onde estivo, no núcleo de que célula?*

16 Alumna: *Do cigoto*

17 Quiroga: *Do cigoto si e a partir de aí o copiar ese cigoto, eses genes se copiaron en todas as células e todas as células teñen ese xenoma. Por lo tanto, o xenotipo é o conxunto de xenos que ten un individuo da súa especie. Evidentemente o xenotipo dese guisante é diferente o meu xenotipo.*

Este fragmento de transcripción mostra que a construción do coñecemento ten lugar mediante unha interacción entre o profesor e os alumnos. Quiroga fai unha pregunta, os alumnos responden, e tendo en conta as súas resposta, o profesor formula unha nova pregunta. En total, neste episodio fai sete preguntas.

Episodio 3 Explicación, xeneralización e aplicación do modelo de expresión dos xenos

É o episodio máis longo nas dúas clases, ocupando aproximadamente a metade da sesión. Ao centrarse o noso estudo no modelo de expresión dos xenos, este episodio analízase con detalle máis adiante no apartado 9.3.

Episodio 4 Explicación doutros conceptos de xenética

Val (turnos 31-43): explica as relacións entre alelos (dominante/recesivo) e o concepto de fenotipo, usando tres exemplos: pico de viúva, enrolar a lingua e cor de ollos. Logo, fai dúas preguntas para comprobar se os alumnos entenderon os conceptos de homocigoto e heterocigoto.

Quiroga (turnos 90.2-122): explica os conceptos de xenética, alelos homocigotos/ heterocigotos, dominantes/recesivos, mantendo un diálogo socrático co alumnado. A construción de coñecemento prodúcese en interacción co alumnado. O profesor fai 15 preguntas sobre os conceptos de xenética que escribiu no encerado: alelos homocigoto/ heterocigoto, dominante/recesivo.

Episodio 5 Repaso e preguntas de avaliación

En ambos casos, a investigadora pregúntalle aos alumnos sobre as diferencias entre xenotipo e fenotipo e pídelle exemplos de características fenotípicas. Os alumnos de Val achegan os mesmos exemplos utilizados previamente polo profesor:

- 44 Investigadora: *Alguén podería explicar entón cal é a diferenza entre xenotipo e fenotipo?*
- 45 Fanny: *O fenotipo é o que se pode ver a simple vista*
- 46 Gala: *E pode cambiarse o fenotipo e o xenotipo no!*
- 47 Investigadora: *Por exemplo? Se vos ocorre algún exemplo?*
- 48 Gala e outros: *A cor do pelo*
- 49 Irma: *O corpo* [o alumno fai referencia á fotografía do ex-presidente do Goberno mostrada polo profesor]
- 50 Investigadora: *A ver que é o que inflúe no fenotipo?*
- 51 Alumnas: *O ambiente*
- 52 Investigadora: *A alguén se lle ocorre outro exemplo distinto?*
- 53 Gala: *El flamenco, as flores*
- 54 Investigadora: *Xa pero digo distinto dos explicados*
- 55 Gonzalo: *O das moscas*

Os alumnos de Quiroga presentan exemplos distintos dos achegados polo docente como a capacidade pulmonar.

Episodio 6 Implicacións sociais relacionadas co modelo de expresión dos xenes

Quiroga aborda de forma explícita algunhas das visións deterministas relacionadas co comportamento humano (turnos 144.2–166). Mediante unha discusión co alumnado (30 turnos), trata de comprobar a súa comprensión acerca do modelo de expresión dos xenes. Pregúntalles se as características e os comportamentos humanos dependen dos seus xenes ou do ambiente. O profesor ofrece feedback sobre as respostas do alumnado. No caso da aula de Val non hai un episodio similar.

9.2.2 Guía dos profesores ao alumnado nas tarefas das sesións 2, 3, 4 e 5

Neste apartado analízase a intervención dos dous profesores no resto de sesións da

unidade didáctica. Especificamente, examínase a forma en que ambos profesores introducen as tarefas e como guían aos estudantes na realización destas nas sesións 2, 3, 4 e 5 da unidade didáctica.

Actividade 1 Fenotipo e xenotipo das persoas

O xeito de introducir a tarefa varía moito entre ambos profesores. Val explícalles aos estudantes que é o que teñen que facer, porén, non relaciona a actividade cos conceptos de xenética explicados na primeira sesión. Os alumnos non foron quen de rematar a actividade ao longo desta sesión, e xa que logo non houbo oportunidade de facer unha posta en común da mesma.

Quiroga comeza relacionando a tarefa cos conceptos explicados na primeira sesión, facendo fincapé nas relacións xenotipo-fenotipo e nas interaccións xenes-ambiente.

Actividade 2 Os velocistas negros

Val le en alto a actividade e indícalles aos alumnos o que teñen que facer, mais sen facer explícito o propósito da tarefa. Explícalles a pregunta 2 (anexo 5) a dous grupos que lle solicitan axuda e fai fincapé na importancia que ten escoitar todas as opinións e chegar a un acordo entre eles antes de escribir a súa resposta.

Quiroga comeza relacionando a tarefa co concepto de fenotipo e algúns outros conceptos da primeira sesión. O profesor xunto coa investigadora explícalles aos alumnos a pregunta 2. Quiroga enmarca a tarefa dentro das prácticas científicas, en particular no uso de probas na toma de decisións. Quiroga inicia dúas discusións coa clase. Ao final da sesión, volve contextualizar a tarefa, preguntándolle ao alumnado sobre os conceptos máis importantes para levala a cabo.

Actividade 3 Watson e a intelixencia

Os alumnos de Val responden individualmente e por escrito ás preguntas da tarefa na sesión 4 e discuten as súas respostas na sesión 5.

Quiroga pídelle aos alumnos que discutan brevemente as preguntas da tarefa en grupo e que logo escriban as súas conclusións. A continuación inicia unha discusión con toda a clase sobre a influencia do ambiente no desempeño

cognitivo. Introduce unha reflexión meta-cognitiva: “Mirade que interesante este debate que estamos discutindo sobre unha definición que se da nos libros e que non se entende e que é esta: o fenotipo é o resultado da interacción do xenotipo co ambiente (...).”

Actividade 4 Cocíñar rosquillas

A actividade desenvolveuse ao final da última sesión da unidade en ambas as dúas clases. Os alumnos trouxeron as rosquillas cocinadas por eles mesmos á clase. Só Quiroga preguntoulles de novo ao seus alumnos polo significado de fenotipo, pedíndolles máis exemplos.

A análise das distintas sesións mostra que existen algunhas diferenzas xerais no “contrato didáctico” das dúas clases. Noutras palabras, no conxunto de comportamentos específicos do profesor que son esperados polo alumnado e o conxunto de comportamentos do alumnado que son esperados polo profesor.

Na clase de Quiroga o alumnado está afeito a traballar en pequeno grupo, a expresar as súas opinións e a participar nos debates. Porén, isto non é así na clase de Val. Os alumnos de Val tiveron dificultades en entender o propósito dalgunhas tarefas e como consecuencia precisaron máis axuda para resolvelas. A investigadora tivo que intervir máis veces nesta clase.

Unha segunda diferenza é que na clase de Quiroga os alumnos están máis familiarizados co traballo científico de indagación na aula e, polo tanto, co vocabulario e as nocións relacionadas con el. Por exemplo, estes alumnos deseñaran previamente e pola súa conta un proxecto de investigación en pequeno grupo (Jiménez-Aleixandre e Fernández, 2010).

9.2.3 Como abordan ambos profesores o determinismo biolóxico

Neste subapartado preséntanse as diferenzas na forma en que ambos profesores abordan o determinismo biolóxico.

Val pon énfase na influencia do ambiente no fenotipo, achegando numerosos exemplos (táboa 9.1) aos estudantes. Porén, non fai ningunha

referencia explícita ao determinismo.

Quiroga aborda o determinismo de maneira explícita no episodio 6 da primeira sesión. En particular fai referencia a visión social sobre a base xenética do alcoholismo e dos comportamentos agresivos para explorar a posición do alumnado con respecto a esta cuestión (turno 144.2, anexo 6). Tamén na actividade 3, *Watson e a intelixencia*, inicia unha discusión sobre se a intelixencia é innata ou non.

Quiroga fai referencia á influencia do ambiente na expresión dos xenes no resto das sesións. Relaciona as distintas actividades e sesións da unidade didáctica co modelo de expresión dos xenes.

9.3 Movementos discursivos nun episodio da primeira sesión

Neste apartado abórdase a análise das interaccións profesor-alumnos no contexto de introdución da influencia do ambiente na expresión dos xenes no episodio 3 da primeira sesión da unidade (ver táboa 9.1). A análise mostra diferenzas cualitativas e cuantitativas na forma en que ambos profesores abordan as interaccións xenes – ambiente. Na aula de Val, a intervención do alumnado foi escasa, 6 turnos do total de 19, mentres que na de Quiroga, case a metade de turnos (36 de 73) son de alumnos e alumnas. A continuación analízase o episodio 3 en cada aula.

Val (turnos 14-32): o episodio 3 pódese dividir en tres movementos discursivos que seguen esta pauta: *definición- explicación- aplicación*.

1º *Definición* (turnos 14-16): Val define o concepto de xenotipo: “Que é o xenotipo?, pois son os xenes que temos nos nosos cromosomas, os xenes e os alelos que temos, eso é o xenotipo. Non é as características que se ven (...)”, e fai fincapé na herdanza do xenotipo. A continuación fai un breve resumo das diferenzas entre xenotipo e fenotipo e achega como exemplo a *Drosophila*.

2º *Explicación* (turnos 17-21): comeza co profesor mostrándolle ao

alumnado dúas fotografías de José María Aznar antes e despois dun período de adestramento físico, e facendo dúas preguntas de si/non reproducidas neste fragmento:

17 Val: *Vamos a ver, credes que cambiaron os xenes deste individuo [Aznar] antes e despois?* [móstralles dúas fotos de Aznar]

18 Alumnos: *Non*

19 Val: *Non! O seu xenotipo non cambiou pero o seu aspecto, o fenotipo si. Entonces, pode cambiar o fenotipo sen que cambie o xenotipo?*

20 Alumnos: *Si*

21 Val: *Si, neste caso porque fixo máis ximnasia que antes. Ben, isto serve para introducir o seguinte: O xenotipo, os alelos que levamos, é o que vai a determinar “en principio” o fenotipo. Por exemplo, as moscas según os alelos que leven: A ou a van a ter un tipo de ás ou outro. Entón, eso é o normal, que o xenotipo determine o fenotipo pero hai tamén unha influencia do ambiente, tamén inflúe o ambiente no que vive o individuo. Ese ambiente vai a modelar e as veces vai a cambiar moito o aspecto que ten o individuo. Entonces o xenotipo entón non é o único que inflúe, inflúe tamén o ambiente. (...) [o profesor achega a continuación seis exemplos da influencia do ambiente na expresión dos xenes]*

Val utiliza o exemplo deste personaxe público para explicar a influencia do ambiente na expresión do xenotipo. Neste caso aplicado a unha característica física: a musculatura. Despois de que o alumnado responde a segunda pregunta cun simple “si”, no turno 21 o profesor continúa desenvolvendo esta cuestión, explicándolles a influencia do ambiente na expresión dos xenes. Emprega para isto estes seis exemplos:

(1) A influencia do pH do solo na cor das hortensias.

(2) A influencia dunha alimentación rica en crustáceos nos flamengos, producindo a pigmentación vermella da plumaxe.

(3) A influencia da alta temperatura na cor de pelo nos gatos siameses debido a desactivación dunha enzima responsable da cor negra.

(4) A influencia da temperatura de incubación dos ovos no sexo dos crocodilos.

(5) O raquitismo pola falta de vitamina D.

(6) A influencia dos nutrientes dispoñibles durante o crecemento das plantas

na altura que chegan a alcanzar.

3º *Aplicación* (turnos 22-30): Val pídelle aos estudantes outros exemplos da influencia do ambiente. Catro alumnos (Gala, Bernal, Fins e Hugo) achegan como exemplos a obesidade e o bronceado.

Quiroga (turnos 18-90.1): O profesor intercambia opinións co alumnado ao longo dun diálogo extenso que segmentamos en catro movementos discursivos. Na figura 6.1 resúmense estes movementos discursivos e as dificultades do alumnado na comprensión do modelo de expresión dos xenes.

Momentos discursivos (turnos)	CONTIDO	ACCÍONS	DIFICULTADES
Definición	Definición de fenotipo: diferencias X/F	Os alumnos definen F	F= manifesta (facer visible)
Explicación	O xenotipo maniféstase sempre?	Os alumnos dan exemplos de F	Maniféstase=dominante Non maniféstase=recesivo
Xeneralización: 1º Analogía	1º analogía "Planos do edificio"	O profesor pregunta: Os planos deste instituto (X) e o instituto (F) teñen por que coincidir?	Causa - efecto X1-F1 en lugar de: X1- F1 ou F2, F3
Xeneralización: 2º Analogía	2º analogía "Partitura musical"	O profesor pregunta: Por que o F pode ser diferente cos mesmos xenes?	Algúns alumnos superan as dificultades: identifican a influencia do ambiente

Figura 9.1. Momentos discursivos e dificultades do alumnado na comprensión do modelo de expresión na clase de Quiroga. (X: xenotipo; F: fenotipo).

1º *Definición* (turnos 18-27): comeza co profesor preguntándolle aos alumnos pola definición de fenotipo. Un dos alumnos suxire que o fenotipo é “algo que se manifesta”. Quiroga continúa coa discusión preguntándolles sobre as diferenzas entre fenotipo e xenotipo e unha segunda estudante, Cintia, propón a cor de ollos como un exemplo de fenotipo “porque se manifesta no exterior, no noso físico”.

18 Quiroga: Fenotipo, a ver, alguén que non dera bioloxía en 4º?

19 Alumno: *O fenotipo é o que se manifesta.*

20 Quiroga: *Son as cousas que se manifestan, que cousa máis rara! É dicir, é o que o final temos, non? E logo como solucionamos este problema de xenotipo e fenotipo. Alguén me podría dar un exemplo para que eu poida entender que diferenza hai entre o xenotipo, os xenes, a información que eu teño no núcleo, e o fenotipo?*

21 Cintia: *O color dos ollos por exemplo.*

22 Quiroga: *Por exemplo o cor dos ollos que lles pasa? para que me distingas ben a palabra fenotipo e xenotipo.*

23 Cintia: *Que sería fenotipo porque se manifesta no exterior, no noso físico.*

24 Quiroga: *O sexa que cando ves o o teu color dos ollos eso é fenotipo, non?*

25 Cintia: *Si*

26 Quiroga: *E o xenotipo dese color donde está?*

27 Alumnos: *Nas células*

Entendemos que estas afirmacións (e outras ao longo da tarefa 2) reflicten unha comprensión do alumnado acerca das relacións xenotipo-fenotipo como de facer visible ou externo (“se manifesta no exterior”, turno 23) o que non é visible ou interno (“nas células”, turno 27). Isto poderíase relacionar cunha noción acerca dos xenes como entidades que teñen unha expresión fixa, non modulable.

2º) *Explicación* (turnos 28-37): o profesor trata de axudarlle ao alumnado na construción dunha explicación sobre a influencia do ambiente. Comeza preguntando: “E sempre o genotipo ten que coincidir co fenotipo?”, é dicir, se o xenotipo se manifesta ou se expresa sempre no fenotipo. Os alumnos din que “non” e achegan como exemplos a cor de ollos (Estrela, turno 31) e as enfermidades recesivas (Amaia, turno 37). Entenden a pregunta do profesor en termos de alelos dominantes (que se expresan) contra recesivos (que non se expresan). Aínda que Quiroga lles explica despois que os xenes están formados por dous alelos (turno 36), os alumnos continúan dando este tipo de exemplos. O alumnado entende o que se “mostra” ou “manifesta” como “dominante”, o que se corresponde coas nocións de xenética mendeliana.

3º) *Xeneralización, 1ª analoxía* (turnos 38-61): Dadas as dificultades do

alumnado para entender esta cuestión, o profesor comeza o terceiro movemento discursivo presentándolles a primeira analoxía: *A coincidencia ou falta de coincidencia dos planos dun colexio e o propio edificio do colexio*, como estratexia para explicar as relacións fenotipo-xenotipo. Este fragmento mostra esta primeira analoxía:

38 Quiroga: *Si pero está aí e non se manifesta. Non, ese non é o exemplo. Un exemplo é que o genotipo e fenotipo non sexa, ou sexa o que dice o genotipo non se teña porque expresar no fenotipo. Os vou a poñer un exemplo que non ten nada que ver coa bioloxía pero igual vos serve de algo. Os planos deste instituto y o instituto físico, teñen por que coincidir?*

39 Alumnos: *Non*

40 Quiroga: *Seguro? Ti cres que un plano vai a coincidir co edificio final?*

41 Alumnos: *Debería*

42 Quiroga: *Debería, pero coincide sempre?*

43 Alumnos: *Non*

44 Quiroga: *Que pode ocorrer?*

45 Alumno: *Que houbo modificacións*

46 Quiroga: *Que pode ocorrer? Que se acaben os ladrillos, que empeze a haber moito aire e que digan que empeze a cambiar a vertiente dun lado...*

47 Braulio: *Eso é cambiar o plano*

48 Quiroga: *Bueno podría ser ou non. En calquer caso cual é o genotipo e cual o fenotipo?*

49 Braulio: *O genotipo os planos*

50 Quiroga: *E o fenotipo?*

51 Alumnos: *A estructura*

Quiroga pregúntalles acerca das posibles diferenzas entre o plano da escola e o propio edificio, promovendo deste xeito que o alumnado relacione o xenotipo e fenotipo: “En calquer caso cual é o genotipo e cual o fenotipo?” (turno 48). A continuación solicítalles exemplos da bioloxía. Un alumno sinala as mutacións (Ernesto, turno 53) e outro (turno 57) a presenza de dous alelos (azul e marrón) no xenoma. Continúa coa súa analoxía dicíndolles que no plano do edificio podería haber unha habitación pintada de marrón sobre unha pintada de azul previamente: “ (...) O que estou dicindo é algo que estaba no plano e despois non sale” (turno 58).

Interpretamos estas dificultades en aplicar o concepto de fenotipo no feito de

que o alumnado establece unha relación causal directa entre o xenotipo e o fenotipo: unha soa causa produce un só efecto (1). Isto opónse á noción máis complexa de interaccións xenes-ambiente, na que un só factor causal podería producir múltiples resultados (2) (ver figura 9.2).

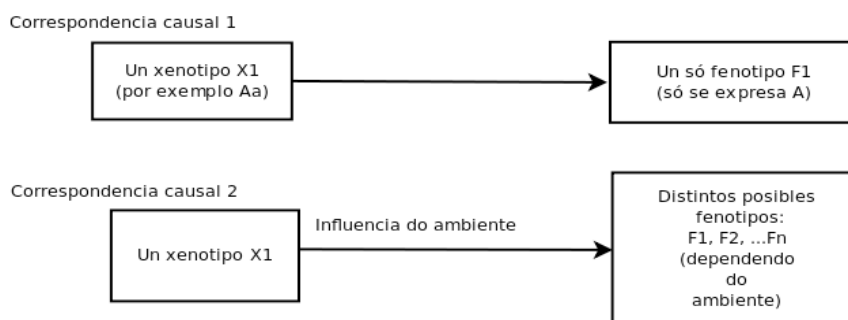


Figura 9.2 Dous modelos de correspondencia causal entre o xenotipo (X) e o fenotipo (F).

4º) *Xeneralización, 2ª analoxía* (turnos 62.1-90.1): identificados estes problemas, o profesor introduce esta meta-reflexión: “Vedes, é un exemplo claro que está claro que sabedes definir un concepto pero non o entendedes. Porque hasta que me saibades dar un exemplo de esto é que non está interiorizado o concepto. Non é o mesmo memorizar que entender” (turno 62.1). De seguido, Quiroga presenta a segunda analoxía: a partitura musical.

62.2 Quiroga: *Vou a dar outro exemplo que non é o mundo da bioloxía. Eu teño aquí unha partitura que sei tocar, empezo a interpretar e sona. Cual é o xenotipo e cual o fenotipo?*

63 Alumno: *O xenotipo é a partitura*

64 Quiroga: *Si, as notas. É dicir, sería o ADN. E o fenotipo?*

65 Estrela: *Todo o que escoitamos*

66 Quiroga: *Sempre vai a ser igual? E dicir, tocado por moitos vai soar sempre igual?*

67 Alumnos: *No*

68 Quiroga: *É dicir o fenotipo pode ser diferente cos mesmos genes. Por que? Que pode ocorrer aí?*

69 Alumno: *Cada un toca coma a el lle gusta*

Quiroga pregúntalles se unha mesma partitura tocada por distintas persoas podería soar do mesmo xeito. Esta segunda analoxía resultoulles máis efectiva para a comprensión da existencia de distintos fenotipos posibles. A continuación, chega a cuestión principal do episodio (turno 72): "Como se chama a todo iso [factores] que hai arredor que pode influir?". Despois de que os alumnos respóndenlle que é o “ambiente”, Quiroga achégalles outro exemplo de como as plantas poderían non chegar a acadar a súa altura normal en condicións desfavorables e pídelles outros exemplos. O primeiro exemplo que da Cristina (turno 81) é: “Pois alguen que está preparado para ter unha musculatura determinada. Si por exemplo, nace en un país subdesarrollado?”

En conclusión, na análise deste episodio, identificamos tres problemas relacionados coa comprensión do modelo de expresión dos xenes por parte do alumnado:

- (1) Entenden por expresión do xenotipo simplemente algo que se manifesta.
- (2) Confunden “dominante” co que “se expresa ou manifesta”.
- (3) Establecen unha relación directa do tipo unha soa causa produce un só efecto.

Seica poderíamos pensar que os alumnos de Val tiveron dificultades similares a estas, mais non foi posible identificalas debido a que os alumnos tiveron poucas oportunidades para intervir ao longo da sesión.

9.4 Caracterización do contrato didáctico nas dúas aulas

Neste apartado preséntase a caracterización do contrato didáctico creado nas dúas aulas, é dicir, as expectativas recíprocas que se crean entre o alumnado e o docente (Tiberghien et al., 2009). Para a súa caracterización adaptouse o esquema de Mortimer e Scott (2003). O esquema aborda dúas dimensións: 1) *os contidos*, incluíndo non só a xenética, senón tamén as prácticas científicas, e 2) *o enfoque comunicativo*. Os resultados resúmense na táboa 9.2

	Val	Quiroga
Contidos (sesión 1)		
Xenética		
Número de conceptos	Máis conceptos (14)	Menos conceptos (7)
Introdución dos conceptos	Todos os conceptos definidos e explicados polo profesor	Conceptos desenvolvidos a través das interaccións
Contexto	Principalmente científico	Combina contextos científicos e da vida diaria
Uso de analoxías	–	2 (planos, partituras)
Uso de exemplos	O profesor dá 17 exemplos	O profesor pide exemplos
Prácticas científicas (sesións 2 a 5)	- O alumnado non ten experiencia nas prácticas científicas - Non hai referencia ao papel das probas	- Experiencia previa en indagación - Referencias ao papel das probas e ao traballo científico
Enfoque comunicativo (sesión 1)		
Preguntas ao alumnado	N=12	N=65
– Retóricas	6	7
– Aplicación e extensión	4	20
– Avaliación	2	38
Reacción ás respostas do alumno	O mesmo profesor respondeas; non muda o seu discurso.	O profesor desenvolve as respostas dos alumnos; muda o seu discurso nalgúns ocasións.
Pautas de interacción	Menos dialóxico Menos interactivo	Máis dialóxico Máis interactivo
Turnos profesor	31	86
Turnos alumnado	19	84

Táboa 9.2 Análise do contido e do enfoque comunicativo na sesión 1.

Contidos na sesión 1

Igual que o coñecemento de referencia, os contidos inclúen dous aspectos, a xenética e as prácticas científicas. Da xenética analizamos:

- (a) A carga conceptual, é dicir o número de conceptos distintos.
- (b) A progresión do coñecemento ao longo da primeira sesión, é dicir como introduce os conceptos o profesorado.
- (c) O contexto empregado.

(d) O uso de analoxías e exemplos.

Das *practiclas científicas*, examínase o desenvolvemento destas prácticas nas sesións 2 a 5.

Como mostra a táboa 9.3 existen diferenzas sustanciais entre as dúas clases. Val explica máis conceptos (14) de xenética e introdúceos el directamente. Quiroga aborda menos conceptos (7) e desenvolve estes en interacción co alumnado, polo que a progresión do coñecemento ten lugar a través do discurso. En relación ao contexto usado nas explicacións e o uso de analoxías e exemplos, Val céntrase no significado científico dos conceptos de xenética achegando moitos exemplos, mentres que Quiroga conecta estas nocións con situacións da vida real e pídelle exemplos ao alumnado. Quiroga emprega dúas analoxías para explicar o modelo de expresión dos xenes e as relacións entre xenotipo e fenotipo.

O desenvolvemento da práctica científica de uso de probas foi analizado como unha produción conxunta entre profesor e alumnos (Tiberghien et al., 2009). No desenvolvemento das tarefas influíu a experiencia previa do alumnado na aula. O alumnado de Quiroga tiña experiencia previa traballando en grupo e levando a cabo proxectos de investigación nos que tiñan que buscar e avaliar probas, e participar en debates. Porén, os alumnos de Val carecían desta experiencia, polo que precisaron de máis axuda para resolver as tarefas.

A aprendizaxe das prácticas científicas combina elementos da práctica e do meta-coñecemento. Quiroga enmarcou de forma explícita as actividades dentro das prácticas científicas e do uso de probas, por exemplo, na tarefa de Watson.

Enfoque comunicativo

Un dos aspectos centrais do esquema de Mortimer e Scott (2003) é o enfoque comunicativo que "proporciona unha perspectiva sobre como o profesor traballa cos seus estudantes para desenvolver as ideas na aula" (p.33). Este enfoque ten en conta dúas dimensións. Por unha banda, o nivel de interactividade, o que chaman a dimensión *interactiva/ non interactiva* e por outra, a dimensión *dialóxica/de autoridade*.

Unha comunicación considérase *interactiva* cando participa máis dunha persoa, e non interactiva, cando só participa unha persoa. Por outra banda, a dimensión *dialóxica*, baseada en Bakhtin, defínese como o grao de consideración das opinións doutras persoas. Por exemplo, cando o docente ten en conta o punto de vista do alumnado, a comunicación é *dialóxica* (mesmo se fala unha soa persoa). Pola contra, cando o docente considera só o punto de vista da disciplina, trátase dunha comunicación *de autoridade* (Mortimer e Scott, 2003).

A combinación destas dúas dimensións: *interactiva/non interactiva* e *dialóxica/de autoridade*, permite establecer catro tipos de enfoques comunicativos, que serven para describir episodios de interacción na aula resumidos na táboa 9.3

	Interactiva	Non interactiva
Dialóxica	<i>Interactiva/ Dialóxica</i>	<i>Non interactiva/ Dialóxica</i>
De autoridade	<i>Interactiva/Autoridade</i>	<i>Non interactiva/ Autoridade</i>

Táboa 9.3 Catro tipos de enfoque comunicativo (Mortimer e Scott, 2003).

Analizamos o enfoque comunicativo na sesión 1. Especificamente, tres cuestións relacionadas entre si: (a) o tipo e número de preguntas que fai o profesor; (b) a forma en que o profesor ten en conta ou reacciona ás respostas do alumnado; (c) as pautas de interacción.

(a) Preguntas do profesor: Os resultados mostran diferenzas no tipo e número de preguntas que fan os profesores. Quiroga fai cinco veces máis preguntas que Val e a maioría delas son preguntas de avaliación (38), aplicación ou extensión (20). A metade das preguntas que fai Val son retóricas ou de confirmación (6 de 12), que non requiren elaboración por parte do alumnado.

(b) Forma en que o profesor ten en conta as respostas dos alumnos: Existen aínda máis diferenzas na forma en que os profesores reaccionan ás respostas do alumnado. Val deixa moi pouco tempo para que os estudantes poidan responder as preguntas que fai; en cinco ocasións respóndeo el mesmo, e no resto non

desenvolve as respostas dos alumnos nin lles pide que expliquen máis o seu significado. Quiroga desenvolve as respostas dos alumnos, empregando tempo en discutilas.

Mentres o discurso de Val non varía como consecuencia dos intercambios co alumnado, Quiroga muda as súas explicacións cando identifica algún problema, por exemplo, cando os estudantes non foron quen de achegar un exemplo de xenes que non se expresan no fenotipo. O profesor presentou entón unha segunda analoxía, a partitura musical, para explicar as relacións xenotipo-fenotipo, analoxía que si foi efectiva, como se discute no apartado 9.3

(c) Pautas de interacción: Quiroga interacciona máis cos estudantes, o que se reflicte no número de turnos do alumnado: 84; mentres que Val non da tantas oportunidades ao alumnado para participar, hai 19 turnos dos estudantes na sesión 1.

Unha segunda cuestión analizada en canto ás pautas de interacción é se o enfoque comunicativo é dialóxico ou non. Segundo Mortimer e Scott (2003), que parten das ideas de Bakhtin, o que fai que un discurso sexa *dialóxico* é o feito de que haxa distintas ideas e puntos de vista, aínda cando sexa producido por un só individuo. Neste sentido, o enfoque comunicativo de Quiroga é máis *diáloxico* xa que ten en conta as respostas do alumnado ao longo da sesión. Un exemplo disto é o fragmento de transcripción que reproducimos a continuación tomado do episodio 3, despois da introdución da analoxía da partitura musical e da pregunta sobre que inflúe na expresión dos xenes. Quiroga preséntalle ao alumnado o exemplo do crecemento dunha planta que pode chegar a medrar até oito metros de altura, mais que se encontra nun ambiente desfavorable:

76 Quiroga: *É dicir, o medio ambiente é o que vai a determinar cómo se expresa o xenotipo. Os vou a poñer un exemplo: teño aquí semillas dunhas plantas duns girasoles gigantes que teñen genes para eses girasoles y é mentira non poden crecer e midan 8 metros de altura. Bueno, é mentira non poden crecer 8 metros de altura porque non teñen tejidos vasculares para sujetarlos pero bueno, a veces hay que imaginar. As plantas nesta aula, que vai a pasar?*

77 Alumnos: *Que non crecen*

78 Quiroga : *Que non van a crecer 8 metros de ningunha maneira, por que?*

79 Alumnos: *Por el ambiente*

80 Quiroga : *Porque o ambiente llo impide. (...). A ver, un exemplo máis, de plantas, de animais ou de persoas.*

81 Cristina: *Pois alguien que está preparado para ter unha musculatura determinada. Si por ejemplo, nace en un país subdesarrollado?*

82 Quiroga: *Que non hai para comer*

83 Cristina: *Non vai a desenvolver a musculatura*

84 Quiroga: *Ben, outro como exemplo. O ambiente, que se traduce neste caso nunha falta de alimentación lle impide desenvolver a cantidade de proteínas que os seus genes tiñan previsto. Válido, outro?, o último? Algún que non sexa de humanos.*

Neste fragmento, o profesor utiliza como punto de partida as respostas dos alumnos para desenvolver os conceptos que son o seu obxectivo.

En resumo, poderíamos dicir que a pauta discursiva na aula de Val na primeira sesión consiste en explicacións detalladas interrompidas por breves intercambios de tipo pregunta e resposta. O profesor retén a responsabilidade da progresión do coñecemento. Preocúpase máis de que o alumnado entenda os conceptos de xenética que de que constrúan eles mesmos os significados.

No caso de Quiroga, houbo pouco tempo dedicado a que o profesor explique e os alumnos escoiten. Os alumnos participan na construción dos significados de conceptos e discuten estes co profesor. O profesor muda o seu discurso cando percibe que o alumnado ten problemas na comprensión ou aplicación de conceptos, como se ve coa primeira analoxía. A progresión de coñecemento ten lugar a través dos procesos interactivos entre profesor e alumnos, de tal modo que a construción de coñecemento é unha tarefa compartida entre o docente e o alumnado.

Contrato didáctico

Como consecuencia destas diferenzas, os contratos didácticos nas dúas aulas son moi distintos. O contrato didáctico é o repertorio de comportamentos do profesor que son esperados polo alumnado e viceversa. Como sinala Sensevy (2007), esta noción sitúa as accións didácticas como esencialmente comunicativas, xa que as

accións están fundamentadas na interpretación da situación polo alumnado.

Interpretamos que na aula de Val a expectativa do alumnado é que o profesor explique sen ser interrompido. As veces os estudantes nin sequera tratan de responder ás preguntas do profesor. Poderíamos dicir que perciben o seu papel como o de reproducir os conceptos e exemplos presentados polo profesor, mais que o de fornecer novos exemplos ou aplicar conceptos. Por exemplo, cando se lles solicita exemplos de fenotipo, os alumnos achegan os mesmos exemplos presentados previamente polo profesor.

No caso de Quiroga, os estudantes esperan que o profesor interaccione con eles. Responden a todas as preguntas que lles fai o profesor, aínda que en ocasións non respondan correctamente ou acheguen exemplos inadecuados. Os alumnos e alumnas non manifestan reparo en expresar as súas ideas, mesmo se estas contradin ás do profesor. Cando Quiroga lles pide exemplos, os alumnos saben que o profesor espera deles que acheguen novos exemplos e apliquen os conceptos, como lles dixo de forma explícita cando fixo a meta-reflexión (turno 62), e tratan de facelo.

A análise das tarefas nas sesións 2, 3, 4 e 5 mostra diferenzas no sistema de normas das dúas aulas: os alumnos de Quiroga perciben que o seu papel inclúe traballar en pequeno grupo, discutir as distintas informacións e participar no debate. Pola contra, para o alumnado de Val este tipo de tarefas aparentemente non forman parte das expectativas do profesor, polo que solicitan máis explicacións e unha maior orientación.

9.4.1 Importancia do contrato didáctico na ensinanza de cuestións socio-científicas

Neste subapartado abórdase a relevancia que teñen as diferenzas no contrato didáctico na ensinanza de cuestións socio-científicas. Especificamente, se estas diferenzas son significativas para o obxectivo de apoiar ao alumnado:

(a) na construción de argumentos sobre a influencia do ambiente na expresión dos xenes

(b) no desenvolvemento do pensamento crítico fronte ao determinismo biolóxico

Partindo dos resultados presentados, suxerimos que estas diferenzas inflúen na ensinanza de cuestións socio-científicas en tres dimensións relacionadas entre si:

1. *Autonomía e empoderamento do alumnado*: Os obxectivos da ensinanza sobre cuestións socio-científicas inclúen adoptar un papel activo na resolución de dilemas e desenvolver unha opinión independente. Como sinala Tiberghien (2008), a introdución de cuestións socio-científicas na aula debe prestar atención tanto á formación científica como á cidadá. Neste sentido, entendemos que o contrato didáctico creado na aula de Quiroga promoveu, en maior medida que na de Val, a autonomía do alumnado. As expectativas deste alumnado sobre o seu propio papel na aula inclúen participar nos debates e expresar as súas ideas e opinións.

O desenvolvemento dunha opinión propia e a capacidade para participar na sociedade require ter a oportunidade de facer públicas as ideas de cada quen, de discutir estas cos outros, e de avaliar as probas que as sustentan. Os alumnos de Val tiveron menos oportunidades de facer isto.

2. *Construción de significados polo alumnado*: As cuestións socio-científicas teñen relevancia social, mais a súa natureza é científica. Para poder criticar as visións deterministas, o alumnado debe comprender as explicacións causais sobre as características fenotípicas, a influencia do ambiente na expresión dos xenes e as súas implicacións nos desempeños humanos. Isto podería requirir o cambio conceptual e a modificación das posturas previas do alumnado. Para este propósito, é preciso que as súas ideas se fagan explícitas e que cando isto aconteza, o profesor teña en conta estas ideas.

Respecto a esta dimensión, o enfoque de ensinanza de Quiroga sitúase máis na liña das estratexias que promoven que o alumnado constrúa os seus propios significados. O profesor desenvolve as ideas que os estudantes presentan nas súas respostas e muda o discurso cando é preciso facelo. Nesta aula, o traballo en

pequeno grupo proporciona un contexto que favorece que o alumnado desenvolva e aplique as súas ideas. Na clase de Val o discurso está dominado polo profesor.

3. *Recoñecemento polo alumnado da existencia de dúas visións con distintas implicacións*: Traballar as cuestións socio-científicas na aula implica, en moitas ocasións, favorecer que o alumnado recoñeza a existencia de dúas posicións alternativas en relación a un dilema concreto. No caso do modelo de expresión dos xenes, o determinismo biolóxico e as interaccións entre xenes e ambiente constitúen dúas visións opostas con distintas implicacións sociais. Para o alumnado podería non resultar contraditorio aprender que o ambiente inflúe na expresión dos xenes, e logo adoptar unha visión determinista que apoia que todas as características e comportamentos humanos están determinados exclusivamente polo xenotipo. A nosa suxestión é que para favorecer que o alumnado aplique o modelo de influencia do ambiente na expresión dos xenes, cómpre facer referencia a estas dúas visións opostas. Neste caso, abordar de xeito explícito a cuestión do determinismo biolóxico. Como xa sinalamos, Quiroga fixo isto.

Resumindo, interpretamos que o contrato didáctico de Quiroga foi máis axeitado para os obxectivos específicos relacionados coa ensinanza dunha cuestión científica con implicacións sociais, como o é o modelo de expresión dos xenes.

9.5 Conclusións e implicacións educativas

Neste capítulo examinamos o discurso de dous profesores que levaron a cabo a mesma unidade didáctica, o que se corresponde co segundo paso da transposición didáctica, do "coñecemento a ensinar" ao "coñecemento ensinado".

A análise do coñecemento ensinado caracterízase a través da noción de contrato didáctico (Brousseau, 1998), as expectativas recíprocas entre o profesor e os seus alumnos. A análise dalgunhas dimensións dos contidos e do enfoque comunicativo, mostran diferenzas sustanciais entre os contratos didácticos das dúas aulas.

Na aula de Val, os alumnos esperan do profesor que este leve todo o peso da

sesión e perciben que o seu papel é o de reproducir o explicado polo docente. Os estudantes solicitan máis axuda nas prácticas de modelización e uso de probas, xa que non están afeitos a traballar en grupo. As expectativas do profesor son aparentemente que os alumnos atendan e respondan "si" ou "non" as súas preguntas. Cómpre salientar que este profesor é un bo profesional que mantén a atención do alumnado e explica de forma clara e ben estruturada. Non se está valorando a súa forma de ensinar, senón analizándoa en canto ao tipo de contrato didáctico.

O caso de Quiroga é distinto, tanto en relación ao coñecemento sobre os contidos, no que actúa como guía ou mediador no desenvolvemento de conceptos a través das interaccións co alumnado; como no enfoque comunicativo, que é máis dialóxico e interactivo que no caso de Val. Unha cuestión relevante é como ten en conta as respostas do alumnado. Este profesor muda o seu discurso cando identifica problemas para entender o concepto de fenotipo. O profesor espera que os alumnos participen e os alumnos e alumnas esperan participar en todos os movementos discursivos de textualización: definen os conceptos, explican os seus significados e tratan de aplicalos, malia que non sen dificultades. Os alumnos semellan estar cómodos expresando as súas ideas de forma aberta, incluso cando contradin as ideas do profesor, pois o feito de se trabucar non ten consecuencias académicas.

Unha cuestión importante é a relevancia de dous enfoques distintos para os obxectivos da ensinanza sobre cuestións sociocientíficas. Propoñemos que un contrato didáctico como o creado na aula de Quiroga podería promover en maior medida:

- (a) A autonomía e o desenvolvemento de opinións independentes polo alumnado.
- (b) O recoñecemento da existencia de dúas visións con distintas implicacións sociais.
- (c) A construción de significados axeitados sobre a noción que subxace á cuestión socio-científica.

Mentres que as dúas primeiras dimensións son comúns para todas ou case todas as cuestións socio-científicas, na cuestión que se aborda neste estudo, o determinismo biolóxico, podería ser diferente, requirindo a comprensión acerca do modelo de expresión dos xenes. Porén, pensamos que a maioría das cuestións socio-científicas precisan tamén dunha comprensión axeitada dos conceptos científicos, e para este propósito, é importante a participación activa do alumnado.

A análise do discurso en ambas as dúas clases permitiunos identificar algunhas dificultades do alumnado. Estas inclúen a construción de significados para o concepto de fenotipo e aplicación deste concepto a contextos reais. Os movementos discursivos de Quiroga e os seus alumnos ilustran as dificultades do alumnado para construír significados axeitados sobre esta cuestión: que o xenotipo se pode expresar de maneiras distintas debido á influencia de factores ambientais; así como cambios no discurso do profesor para poder superalas. Interpretamos que estas dificultades, e a confusión do alumnado entre "xenotipo que non se manifesta" e "alelos recesivos", están relacionadas co feito de que unha relación causal directa, $X1-F1$, é máis intuitiva que unha unha relación máis complexa na que un xenotipo pode dar lugar a distintos fenotipos, $X1-F1$ ou $F2$, Pn . Isto podería estar relacionado cos supostos epistemolóxicos sobre os mecanismos causais e as dificultades en aceptar as incertezas.

Estes supostos epistemolóxicos poderían ser a razón pola que a primeira analoxía (os planos do edificio) non resultou doada de entender, xa que normalmente existe un unico edificio para un plano. A segunda analoxía, a partitura musical, axudoulle ao alumnado a entender e aplicar a noción de fenotipo, probablemente debido a que o alumnado entende que unha soa partitura pode ser tocada por distintas persoas. Isto serve como proposta sobre que características resultan axeitadas no uso de analoxías na ensinanza do modelo de expresión dos xenes.

A análise das discusións orais en pequeno grupo mentres os alumnos resoven as tarefas mostra diferenzas na aplicación do modelo de expresión dos xenes a un contexto real, como se analiza no capítulo 8.

O deseño inicial da unidade didáctica estaba pensado para un maior número de sesións e tarefas relacionadas co uso de probas. Trátase dunha práctica científica que apenas se pode desenvolver en poucas sesións. As dificultades do alumnado coa tarefa "Os velocistas negros" presentadas no capítulo 6 mostran que é preciso adicarlle máis sesións ao uso e identificación de probas polo alumnado. Os resultados suxiren que o modelo de expresión dos xenes precisa ser ensinado mediante a súa aplicación a distintos contextos e que unha soa sesión non é suficiente para a súa comprensión.

Unha implicación para a investigación é a utilidade da transposición didáctica e o contrato didáctico para a análise das unidades didácticas e da acción do profesor. É importante facer explícitos os obxectivos e as decisións que subxacen determinadas tarefas. O feito de mostrar como o coñecemento de referencia é transformado nunha unidade didáctica podería axudar ao profesorado a decidir que cuestións precisan dunha maior dedicación, tempo e enfáse. Un exemplo poderían ser as prácticas científicas de modelización e uso de probas, que forman parte do coñecemento de referencia nesta unidade didáctica. Os contratos didácticos consideran as accións didácticas esencialmente comunicativas, o que responde a atención ao discurso na aula e ao desenvolvemento das prácticas científicas de comunicación do coñecemento.

III CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

CHAPTER 10. CONCLUSIONS AND EDUCATIONAL IMPLICATIONS

10.1 Introduction

The main objective of the thesis is to examine the use of evidence by students and the difficulties they encounter when using evidence in different argumentative contexts related to gene expression. This goal is explored through three objectives and their research questions:

Objective 1. *To examine students' use of evidence and the difficulties they encounter in using evidence in different argumentative contexts related to the model of gene expression.*

Question 1: How do students use evidence in the evaluation of scientific claims about gene – environment interactions in different argumentative contexts? Conclusions 1, 2, 3 and 4 refer to this question, which is addressed in chapters 5, 6 and 7.

Objective 2. *To examine students' positions about gene expression in terms of gene – environment interactions.*

Question 2: What different views emerge in the continuum between interaction and determinism in arguments about gene expression?

Conclusions 5, 6 and 7 refer to this question, which is addressed in chapter 8.

Objective 3. *To examine the discourse of two teachers who implemented the teaching sequence about the model of gene expression, in terms of supporting the appropriation of the model and the use of evidence.*

Question 3: What are the differences between the discourse and didactical contracts of two teachers who implemented the same version of the teaching

sequence, in terms of supporting the appropriation of the model of gene expression and the use of evidence?

Conclusions 8, 9 and 10 refer to this question, which is addressed in chapter 9.

The first two objectives address the analysis of the use of evidence and students' views on gene expression. The third objective examines teachers' discourse, which in terms of the didactical transposition constitutes the “taught knowledge” (Tiberghien et al., 2009). The decision was to analyse both students' performances and teachers' discourses because the didactical action is a joint production based on the communication between the teacher and the students.

In the first section of this chapter the conclusions drawn from each research question are summarized. In the second section the educational implications for learning and teaching the model of gene expression are presented, and the implications for research in science education are discussed. Finally, potential future lines of research related to this study are presented.

10.2 Conclusions

We propose that the results presented in the thesis allow us to reach the following conclusions:

1. The operations in using evidence are influenced by the argumentative context. Different dimensions in the operations of use of evidence are identified in each context. This attention to the contexts constitutes an original contribution of the thesis.

1.1 Two operations are common in the three analysed contexts: a) *to identify what information constitutes evidence* and whether they support or rebut the claim; b) to connect the evidence to the claim through *justifications*, which in the case of causal explanations means to integrate the evidence in the causal explanation.

1.2 There is one operation that is common, but has specific dimensions that depend on the context, *identifying the meaning of the claim*.

- In the context of critical evaluation of a claim this operation requires relating the different dimensions of the claim. On the one hand identifying the content of the claim (in this case the differences of intelligence between 'races') and on the other hand identifying the attribution made in the claim to one cause (in this case to attribute these differences to genes). The evaluation of the claim requires not only identifying the claim, but also the assumption behind it (ODCE 2006, p. 30), in this case the causal attribution. It is a question of going from the claim to the data or evidence that may support it, and it posed greater challenges to students than the reverse.

- In the context of election of a causal explanation that is more focused on working with data sets, the comprehension of the meaning of the claim (black sprinters' achievements) posed no special problems to students. However, in this case, making sense of a relatively large data set, understanding the meaning of each piece of data, and relating them among them and with the conclusion, was challenging. In this context the process required from students is to go from the data to the claim. We suggest that this process may be cognitively less demanding than identifying assumptions behind a claim or potential evidence supporting a claim, as happens in the context of critical evaluation of a claim.

- In the context of identification of evidence about a theory this operation requires to recognize the existence of two claims that are part of a particular theory (in this case the theory of evolution: origin of species and natural selection).

2. There are common patterns in the level of difficulty of the operations in the use of evidence in the three argumentative contexts, and on the other hand, some differences in the difficulties of specific operations in different contexts.

2.1 There are two patterns of common difficulties in the three contexts:

- The most difficult operation is to *connect the evidence to the claim through justifications*. This finding confirms our hypothesis about the relevance of

justifications in constructing arguments, and about the challenges that its construction poses to students.

In the context of critical evaluation of a claim, responses coded in the category *To identify the claim, the evidence and to connect them through one or more justifications*, constitute less than 50% for all groups in three out of four items (26.3% in item 1; 14.5% in item 2; 21% in item 4). Only in item 3 are 79%.

In the context of election of a causal explanation, only the arguments of three out of nine groups (D, F and G) are coded in the category *Arguments that include one or more justifications integrating one or several data in the causal explanation*.

In the context of identification of evidence about a theory, most of the responses in items 2, 3 and 4 were in the category of *pseudo-evidence* (46% in item 2; 62% in item 3; 67% in item 4). That is, students develop the information of the items, but they do not connect it to the claim. In item 1, 33% of the responses are in this category.

- The operation *to identify what information constitutes evidence* and whether the information supports or rebuts the claim is influenced by the content of the claim. For instance, if there are similarities in the terminology between the information and the claim, or between the information and the reference text, identifying the information as evidence is easier.

In the context of critical evaluation of a claim, a piece of data that mentions “intellectual development” (item 3) was identified by the majority as relevant evidence against Watson's claim about intelligence.

In the context of election of a causal explanation, information that make reference to genes (sports genes, length of legs), and environmental factors (eating yam, the influence of high tech shoes and clothing) were more easily interpreted. These words were mentioned in the handout.

In the context of identification of evidence about a theory, information in items 1 (Archaeopteryx) and 2 (whales), were the most easily identified as evidence.

Archaeopteryx was justified with higher frequency. The example about Archaeopteryx is presented in the students' textbook as paleontological evidence of the existence of intermediate fossils.

2.2 The operation of identifying the meaning of the claim has different degrees of difficulty in the three contexts. It was the most difficult in the context of critical evaluation of a claim. Most of students did not identify the meaning of Watson's claim in three out of four items (category C: 52.6% in items 1 and 2, and 39.5% in 4) or they did it incompletely (category B: 7.8% in item 1, 15.8% in item 2, 14.5% in item 4), interpreting the claim in terms of generic differences between 'races', but not as differences in intelligence.

3. The difficulties identified in the use of evidence are related to different dimensions in each argumentative context.

3.1 In the context of the *critical evaluation of a claim*, these difficulties were related with three dimensions: a) content comprehension, b) identification of different cases of the same model; and c) ethical implications in the content of the task.

Content comprehension is a prerequisite for the operation of identifying the meaning of the claim. Responses included in the category "Identifying partially the claim and interpreting inadequately the evidence" illustrate this problem.

Identification of different cases of the same model (the expression of genes): this is necessary for the operations of identifying information as evidence, and connecting evidence and claim through a justification. In this context the majority of students did not identify the items as different cases of the influence of environment.

The ethical implications are related with the racist dimensions of Watson's claim. This was illustrated in both written responses and oral transcriptions, where some students criticized the racist nature of Watson's claim instead of answering the questions of the task about its support in evidence.

3.2 In the context of *election of a causal explanation*, we relate these difficulties

with two dimensions: 1) to identify the general purpose of the task and the different purposes of partial questions, and 2) to interpret the meaning of the data.

To identify the general purpose of the task and the different purposes of partial questions. The general purpose is to identify the cause(s) (for the athletes' achievement), and the purposes of the partial questions are: a) to identify which information supports each of the three explanations that were provided; b) to choose the explanation that is better supported by the data. Some students encounter difficulties in distinguishing between these two types of purposes.

To interpret the meaning of the data. In some cases students gave a different meaning to the information from the one expected. A particular case was the interpretation of the medalists' table, seen by two groups, H and I, as evidence of the variety of countries of origin of athletes, rather than as a striking omission of African-born athletes, and therefore of the influence of environmental factors.

In the context of identification of evidence about a theory, we relate these difficulties with the *familiarity with data*. For instance, the familiarity with Archaeopteryx.

4. There are differences between the argumentative quality in writing statements and oral discussions. Some of the oral arguments are of higher levels than the final written arguments. This higher quality is related with oppositions or demand of justifications within the group.

The oral arguments of five groups (A, C, E, H and I) were of higher levels than their final written responses. For instance, some of the oral arguments of groups A (written statement in category 1), C, E, H and I (written statements in category 2) were in category 3. We suggest that the higher sophistication in argumentation in oral debate can be related to two conditions that may lead to justifications in small groups:

a) Opposition (Kelly, Druker & Chen, 1998). When the students of a group disagree, there is a need for justification of one's position that may not be necessary if all students agree. In this task we identified higher quality in the

episodes with stronger disagreement between students, as in groups F and H.

b) The type of interactions within a group (Sampson & Clark, 2008). This task provides opportunities for making explicit the criteria of what constitutes appropriate evidence. In some episodes that were coded in the higher level, a student (Roberto in group A, or Amaia in group C) challenged other students to justify their arguments.

5. The majority of students show non-determinist positions in their arguments, although not all of them recognized gene-environment interactions.

5.1 In the context of critical evaluation of a claim: students' written responses were distributed in four categories that indicate different positions in the interaction – determinism *continuum*. The most frequent category in three out of four items was *do not consider the opposition interaction – determinism* (30.3% in item 1; 42.1% in item 2; 40.8% in item 4). The second most frequent is *to recognize gene-environment interactions* (26.3% in item 1; 30.3% in item 2; 89.5% in item 3; 32.9% in item 4). The *determinist positions* were less frequent (implicitly: 18.4% in item 1; 9.2% in item 2 and not at all in items 3 and 4; explicitly: 11.8% in item 1; 1.3% in item 2; 2.6% in item 3; and 1.3% in item 4).

5.2 In the context of election of a causal explanation: Not all the groups acknowledged the influence of both genes and environment in their explanations. In two groups, H and I, the predominant discourse attributed the athletic performance to genes only. Two other groups, A and C, recognized the role of the environment, but as subordinated to genes. Five groups (B, D, E, F and G) reached an explanation that combines the influence of both genes and environment, but they do not contemplate the interaction.

6. There is some change in students' positions in the spectrum interaction – determinism in the oral debate, leading to a position that recognizes gene-environment interactions.

The oral debate of 9th graders taking place after the written responses in Watson's task reveals some change of positions. There is coherence in six out of thirteen individual utterances (three coded as determinist view, and three as interaction

view), five students change their positions (from a determinism to an interactionist view), and three show undefined positions between determinism and interaction.

7. There is an identification of black people as "Africans", which can be considered as influenced by social representations.

Some students identified black people (specifically mentioned as Americans in Watson's claim and in items 1 and 2) as "habitants of Africa". There are 13 references to Africa in the written responses of 11 students to items 1, 2 and 3. We interpret that these responses reveal an influence of social representations.

8. There are differences in the communicative approach of teachers, with one being more dialogic and interactive than the other in three dimensions: 1) the type and number of questions, 2) the reactions to students' answers, 3) the interaction patterns.

Type and number of questions: Quiroga asked five times more questions than Val. Most of the questions posed by Quiroga are evaluation, application or extension questions. Half of the questions posed by Val are rhetorical or confirmation questions.

Reaction to students' answers: Val gave students very little time to respond and he did not modify his discourse as a consequence of interchanges. Quiroga developed students' answers, taking some time to discuss them, and modified his explanations when he detected problems.

Interaction patterns: Quiroga interacted with students, corresponding more than half of the turns to students. Val did not provide students with many opportunities to participate, only 37% of the turns were of the students and all of them were short.

9. A dialogical approach facilitates the identification of students' difficulties.

Quiroga's interactive and dialogic approach facilitated students' participation, and therefore the identification of students' difficulties in building adequate meanings about the concept of phenotype and in applying it to real contexts. Some examples of difficulties identified in this class are:

- An understanding of a genotype expression as something "coming out".

- A confusion between “expressed or coming out” and “dominant” character.
- A direct causal correspondence that attributes only one possible effect (not several possible effects) to one cause or group of causes.

Val's approach, which was less interactive and dialogic, did not facilitate the identification of students' difficulties. We may assume that probably his students experienced similar difficulties but, as they had few opportunities to ‘talk science’ it is more difficult to document them.

10. The didactical contracts in both classes are different; this has implications for the teaching of a socio-scientific issue as the model of gene expression.

In Val's class, students expect the teacher to explain without interruption. We can infer from the students' performances that they perceived their own role as one of reproducing concepts and examples presented by the teacher, rather than providing new examples or applying concepts. In Quiroga's class, students seem to expect interactions with the teacher. They were comfortable in openly expressing their ideas, even if these ideas contradicted the teacher, and they provided examples different from the ones used by the teacher.

The analysis of implementation of the tasks by the students revealed differences in the system of norms in both classes: Quiroga's students were used to working in small groups, to discuss the information and to participate in debates. For Val's students these type of tasks were not part of the teacher's expectations; therefore they demanded more explanations and more orientation.

10.3 Discussion and educational implications

The educational implications that may be drawn from the conclusions are:

From conclusions 1, 2, 3 and 4 (objective 1): Identifying the different dimensions of using evidence in each context allows to distinguish their argumentative demand. An educational implication is the need to design tasks that consider different argumentative contexts. In this thesis, the tasks of the teaching sequence required to apply the model of gene expression in three argumentative

contexts: critical evaluation of a claim, election of a causal explanation and the identification of evidence about a theory. Three operations in the use of evidence common to the three contexts were identified: a) to identify the meaning of the claim, b) to identify which information is evidence, c) to connect the evidence to the claim through justifications. The operation (a) has specific dimensions in each context, being more complex in the critical evaluation of a claim. We suggest that connecting data to claim involves different processes in the context of evaluation of a claim (where it is necessary to proceed from claim to data), and in the election of a causal explanation (which involves proceeding from data to claim). Our findings seem to suggest that the first process, going from claim to data, is cognitively more demanding, but more studies addressing differences in argumentative contexts and processes are required to confirm this suggestion.

We suggest that the identification of specific dimensions in the operations of use of evidence in each context may guide teachers in addressing the difficulties of students.

The difficulties in the use of evidence coincide with previous studies about argumentation. For instance, Sandoval and Millwood (2005) indicate that secondary school students have difficulties in recognizing the role of the evidence in supporting an explanation. One implication is the need for designing tasks that require mobilization of both dimensions in the use of evidence: the meta-knowledge and the performance. The use of evidence in the evaluation of a scientific claim, as well as in comparing causal explanations, requires knowledge about the role of evidence.

Some studies show that students do not see the need for justifying their arguments (Sandoval, 2003; Sandoval & Millwood, 2005). Others suggest that the students focus more on presenting arguments than on justifying them (Jiménez Aleixandre, Bugallo & Duschl, 2000). In this study the most difficult operation was to connect evidence to the claim through justifications. This suggests the following:

a) *For the design of the tasks* – It is advisable to provide tasks in which students have to establish explicit connections between data and claims. In other

words, students should be provided with opportunities to practice the construction of justifications and the coordination between claims (or conclusions) and evidence.

b) *For teachers* - Teacher's help is relevant, as other studies of argumentation have shown. For instance, McNeill and Pimentel (2010) point out that teachers' use of open questions promotes the construction of justifications by students. Christodoulou (2011) shows that epistemic operations such as "prompt justifications" in the discourse of the teacher encourages explicit justifications. The implications of this study respect to teachers are discussed in relation to conclusion 10 below.

c) *For classroom learning environments* – It is important to create environments in the class that promote students' interactions. One aspect is to organize the classroom in small groups. In this type of environment students have more opportunities to generate dialogue. Students have to support their arguments and to criticize others' arguments (if there are oppositions) using justifications. The higher quality of oral argumentation in small group in relation to written argument was pointed out in other studies such as Berland and McNeill (2010), and also within our research program (Bravo Torija & Jiménez Aleixandre, 2010). Kelly et al., (1998) indicate that students tend to justify their argumentations in "opposition" situations. One of the findings of this thesis is that arguments are not only justified in situations of opposition, but also of co-construction. This shows that the construction of arguments and justifications can be a cooperative process, and we suggest that co-construction may be one criterion for evaluating arguments' quality.

In this study we have identified specific requirements in each argumentative context. For instance, understanding the meaning of a claim is a requirement in the context of critical evaluation of a claim. Specific difficulties in each context were also identified. For instance, difficulties in identifying the purpose of the task in the context of election causal explanations. The purpose of this task was to choose the causal explanation (for the athletes' achievement) best supported by the data. Students had difficulties in distinguishing between various informations and

the three causal explanations. Instead of relating the data to the claim (the causal explanation), they only choose the information and gave it as the cause for the athletes' achievements. An educational implication is related with the complexity of using texts and informations from newspapers and journals in the classroom. However, this use is desirable in order to promote the development of critical thinking by students (Kolstø, et al., 2006). The specific difficulties of working with this type of information in the classroom need to be evaluated.

A difficulty common to the three contexts is related to the degree of openness of the tasks. For example, in the context of identification of evidence in the pilot study, the majority of evidence cited by students coincided with the evidence in the textbook. In the pilot study it was found that students did not explain their responses (Puig & Jiménez Aleixandre, 2009). The task was modified to address this difficulty. The task of the case study "evidence of evolution", requires identifying evidence instead of proposing it and using evidence to support a theory. The fact that the task is more guided can help students understand the role of evidence in theory; in this case in the theory of evolution. We suggest that in the design of argumentation tasks, the context needs to be taken into account, as well as the openness of the tasks, with tasks gradually increasing the openness degree (from less to more open).

From conclusions 5, 6, 7 (objective 2): Results of students' positions concerning the model of gene expression reveal that most of them show non-determinist positions. However in some items the proportion of students who do not recognize gene-environment interactions can reach up to 40%. We interpret this as a possible existence of interferences between the scientific perspective about gene-environment interactions and the social representations of 'races'. One implication would be the need of explicitly addressing the question of 'races' in the science class.

In the task "Watson and the intelligence", there are differences in the proportion of determinist responses in the items. The highest frequency of responses in determinism categories (18.4% implicitly and 11.8% explicitly) was in item 1. We interpret these results in terms of a high influence of social

representations in a question about black people. We suggest that the evaluation of evidence can be influenced by these determinists' social representations. This would be coherent with the influence of identities on the use of evidence as discussed by López-Facal and Jiménez-Aleixandre (2009). One example of this influence would be the discussion in group T. Teresa, the only student who showed a determinist position in the four items, only repeats her opinion during the debate, without taking into account the evidence provided by the other students of the group.

The identification of black people as "Africans" reveals an influence of social representations of black people as essentially different from white people. This was so even in items 1 and 2, which explicitly indicated that they lived in places other than the United States. In contrast, for black people from the United States, who did not have Native American ancestors and had descendants from other places in Europe, no references to this origin were made. An implication would be to explicitly discuss the question of "races" in class.

The change in positions in the oral debate following the written responses (from a determinist position to an interaction position) reveals the importance of oral argumentation and debate tasks. Oral argumentation allows to identify different points of views on the controversial socio-scientific issue of biological determinism. Other implication would be the need to promote dialogue between students to overcome determinist positions. The persuasive role of discourse (Jiménez Aleixandre, 2008) could help to overcome social representations. On the other hand, we understand that in the discussion about socio-scientific issues, there is a possibility that the debate will not focus on the scientific content of the question addressed in the task (the model of gene expression), but rather on the ethical implications (racism and determinism). In some cases students do not provide scientific arguments, but only ethical ones. This occurred in the pilot study about Watson's task, where group V instead of responding to the question (What evidence would you provide to support or rebut Watson's claim?), focused on discussing whether Watson was right in asserting that blacks were less intelligent than whites and on criticizing Watson for being racist. An implication

would be the need for addressing the science content (in this case the model of gene expression) and the ethical implications (in this case biological determinism) in tasks about socio-scientific issues. We consider that this can help teachers distinguish between the discussion about the scientific content of the task and about the ethical implications, both of which are important. As Tiberghien (2008) points out when introducing SSI in the classroom, we are concerned both with scientific literacy and with citizenship education.

From conclusions 8, 9, 10 (objective 3): The identification of two different approaches has significance for the goals of teaching socio-scientific issues. We propose that an interactive and dialogic approach, such as Quiroga's, could promote:

(a) Students' autonomy and development of independent opinions This is related with the third component of our proposal of critical thinking, social emancipation. The capacity of a person to develop her or his own ideas, as opposed to relying on the views of others (peers, teachers). In Quiroga's class students' perception of their role was to discuss the informations in small groups and to participate in debates. Students were comfortable in openly expressing their ideas and even if those ideas were contradictory to teacher's comments. An educational implication is to explicitly promote a critical thinking approach through students participation in debate and SSI tasks.

(b) Students' acknowledgment of the existence of two views with different social implications. Working with SSI in the classroom involves, in many cases, supporting students in the acknowledgment of the existence of two alternative positions on a specific dilemma. In the case of the model of gene expression, biological determinism and gene-environment interactions are opposing views with divergent social implications. One implication is to address these two opposing views with the goal of promoting the application of the model of gene expression by students. Quiroga explicitly addressed determinism, for instance, by mentioning social views about the genetic bases for alcoholism or aggressive behaviour, in order to know his students' positions about this issue. He also explicitly addressed the influence of environment in the expression of gene.

(c) Students' construction of appropriate meanings about the model of gene expression. Quiroga's students participate in meaning construction for concepts and discuss them with the teacher. Quiroga's dialogic and interactive approach promotes the identification of difficulties experienced by students in meaning construction for the concept of phenotype (conclusion 9).

The difficulties of Quiroga's students', in particular, their confusion between "genotype that does not express" and "recessive alleles" may be due to the fact that a causal correspondence, $X1 \rightarrow F1$, is more intuitive than a more complex correspondence where one genotype may yield several potential phenotypes, $X1 \rightarrow F1, F2, \dots, F_n$. One implication is that for teaching the model of gene expression it is more appropriate to use analogies that show the second type of relationship. For instance, in Quiroga's class, the first analogy (building) was difficult to be related to genetics due to the causal relation between the building-plan and the building. The second analogy (musical score) was more effective because it shows that there is no one-to-one relationship between the musical score and the music; the score can be interpreted in different ways.

The identification of differences in the didactical contract of the two classrooms suggests that the didactical contract of Quiroga is more appropriate for teaching a model with certain complexity as the model of gene expression. An educational implication would be that the different types of didactical contract may support in different ways teaching a scientific model with social implications. This implication can be used in teacher education, to support teachers in improving the teaching of the model of gene expression in particular, and complex scientific models in general.

10.4 Limitations of the thesis and possible future lines of research

The limitations of the thesis are related to the research methodology used, which is multiple cases study. In particular, the thesis includes a pilot study and four case studies carried out in two research phases. The limitations correspond to the

drawbacks of case studies that cannot be controlled before implementation of the study (Yin, 2003). Elements such as the curriculum, teachers' strategies, the students, or the textbooks cannot be fully controlled. On the other hand, it is not possible to separate the context of the study (the classroom) and the research questions.

The limitations of multiple cases study research, in terms of scope and transferability are also acknowledged. This is a question of utmost importance, we cannot go beyond the data we have and draw generalised conclusions based on the analysis of specific cases (Atkins & Wallace, 2012). For instance, we draw the conclusion that a dialogical approach facilitates the identification of students difficulties, but we cannot not assume the same conclusion in any dialogical approach.

Another limitation is related to data collection. It would be desirable to carry out individual interviews in order to improve the validity of the categories for the analysis of students' positions about gene – environment interactions. The opportunity for dialogue they provide would allow us to check that students understood correctly the task and also insight into their thought processes.

We propose three lines of future research related on the one hand to the new questions suggested by the results, and on the other hand to the limitations of the study:

The first research line relates to the practice of using evidence. This work focuses on the analysis of this competency in three argumentative contexts. With the goal of better understanding the evaluation processes and the influence of the context on the practice of using evidence, it is necessary to continue with the investigation of two questions:

a) The meta-knowledge about using evidence. Students' capacity of using evidence requires their understanding of the nature of evidence and its role, for instance what data constitutes evidence and why. In this thesis it was found that when data can be interpreted in different ways, such as the table of gold medals winners, some students have difficulties in understanding its meaning. The

integration of evidence in an explanation requires that students overcome these difficulties. This finding is in agreement with the work of Jeong, Songer and Lee (2007) about the need of doing more research focusing on the analysis of students' capacities to interpret data and even to collect data. As these authors point out, the interpretation of data is a complex process that requires different capacities. We suggest that tasks of using evidence can be used to investigate the way we present the data to help students argue based on it.

b) The differences between the contexts of using evidence. In this thesis some differences in the operations of use of evidence in the different argumentative contexts were found. More research is needed in order to further examine differences among contexts and which contexts are more appropriate to promote the different operations related to the development of this competency.

A second line of research relates to the interferences between the interactions of genes and environment and determinists' social representations. This study constitutes a first contribution to the study of students' positions about interactions in the context of gene expression in the didactics of genetics. In the literature review we did not find other studies about it. Detailed research is needed about what social representations about races exist in the classroom and how these interfere in the process of teaching and learning the model of gene expression, and in the use of evidence.

The third line of research is related to teachers' discourse. This study analysed the discourses of two teachers who use different teaching approaches. The discursive actions and the use of specific epistemic operations (Christodoulou, 2011) should be investigated in detail with the goal of promoting students' appropriation of meanings and their argumentation. Currently there is one thesis investigating this issue at our department.

We hope that the results of this thesis constitute a contribution for a better understanding of the processes of students' use of evidence in different argumentative contexts. We also expect that it expands the understanding of the dimensions that influence these processes when dealing with a socio-scientific issue as the one addressed in the thesis. In this study we observe that the notion of

“race”, rejected by the scientific community nowadays, is still alive in some students’ minds. We hope that this research may provide information about the need to address issues such as this one, issues that are not presented in textbooks, thus leaving its treatment in the hands of the media.

IV REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69 (4), 453-475.
- Anderson, T., Howe, C., Soden, R., Halliday, J., e Low, J. (2001). Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further education students. *Instructional Science*, 29, 1-32.
- Atkins, L. & Wallace, S. (2012). *Qualitative Research in Education* Bera/SAGE Research Methods in Education. London: Sage.
- Bakhtin, M. M. (1986). *Speech Genres & Other Late Essays* (C. Emerson & M. Holquist, Eds.). Austin: University of Texas Press.
- Banet, E., e Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137-153.
- Banet, E., Ayuso, E., e Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 127-142.
- Bell, P., e Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22 (8), 797-817.
- Berland, L. K., e McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94 (5), 765-793.
- Berland, L. K., e Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanations. *Science Education*, 93 (1), 26-55.
- Billig, M. (1987). *Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Bourdieu, P., e Passeron, J. C. (1970). *La reproduction. Eléments pour une théorie du système d'enseignement*. Paris: Les Éditions de Minuit (Translated as: *Reproduction in education, society and culture*. London: Sage, 1977).
- Bravo Torija, B., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). A learning progression for using evidence in argumentation: An initial framework. Articulo presentado en ESERA conference, Lyon (Francia), 5-9 de setembro.
- Bravo Torija, B., Puig, B., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, 20, 144-149.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble, France: La Pensée Sauvage.
- Brown, J. S., Collins, A., e Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Bugallo Rodríguez, A. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 379-385.
- Cañas, A., Martín Díaz, M. J., e Níeda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico*. Madrid: Alianza Editorial.
- Castéra, J., Clément, P., Abrougui, M., Nisiforou, O., Turcinaviciene, J.; Sarapuu, T.; Agorram, B., Calado, F., Bogner, F., Carvalho, G. (2008). Genetic Determinism in school textbooks: a comparative study conducted among sixteen countries. *Science Education International*, 19 (2), 163-184.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique* (2ª edición). Grenoble, France: La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (2000). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. (3º edición). Buenos Aires: Aique.
- Christodoulou, A. (2011). The science classroom as a site of epistemic talk: two case studies of teachers and their students. (Doctoral dissertation). London: King's College London.
- Clark, D., e Sampson, D. (2006). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29 (3), 253-277.

- Collins, A., Brown, J. S. e Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. En L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glasser* (pp. 453-494). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooper, K., e White, R. (2007). *The practical critical educator*. Dordrecht: Springer.
- Coyne, J. A. (2009). *Why evolution is true*. Oxford: Oxford University Press.
- Cuvier, G. (1817). Extrait d'observations faites sur le cadavre d'une femme connue à Paris et à Londres sous le nom de Vénus Hottentotte. *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, 3, 259-274.
- Dawson, V. M., e Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in High School genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148.
- Denzin, N. K., e Lincoln, Y. S. (2000). *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Desmond, A., e Moore, J. (1992). *Darwin*. London: Penguin.
- Diehl, D., e Donnelly, M. P. (2008). *Inventors and Impostors. How History forgot the true heroes of invention and discovery*. Richmond: Crimson.
- Dixon, R. (1982). Take two people. A genetics teaching kit. *Journal of Biological Education*, 16 (4), 229-230.
- Driver, R., Newton, P., e Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287-313.
- Duncan, R. G. (2007). The role of domain-specific knowledge in generative reasoning about complicated multilevel phenomena. *Cognition and Instruction*, 25 (4), 271-336.
- Duncan, R. G., e Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), 938-959.
- Duncan, R. G., Rogat, A. D., e Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understanding of modern genetics across the 5th-10th

- grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 655-674.
- Duschl, R. A. (2008). Quality argumentation and epistemic criteria. En S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 159-179). Dordrecht: Springer.
- Duschl, R. A., e Grandy, R. E. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Framing the debates. En R. A. Duschl e R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation* (pp. 1-37). Rotterdam: Sense Publishers.
- Duschl, R. A., e Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Palincsar, A. S., e David, Y. M. (1991). An illustration of the roles of content knowledge, scientific argument, and social norms in collaborative problem solving. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, abril de 1991.
- Eirexas, F., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2007). What does sustainability mean? Critical thinking and environmental concepts in arguments about energy by 12th grade students. Paper presented at the European Science Education Research Association Conference, Malmo, agosto de 2007.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management review*, 14 (4), 332-550.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking abilities and dispositions. En J. B. Baron e R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York: W. H. Freeman.
- Ennis, R. H. (1992). Critical thinking: What is it? En H. A. Alexander (Ed.), *Philosophy of Education 1992: Proceedings of the Forty-Eighth Annual Meeting of the Philosophy of Education Society* (pp. 76-80). Urbana, IL: Philosophy of Education Society.
- Erduran, S. e Jiménez Aleixandre, M. P. (Eds.) (2008). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht:

- Springer.
- Erduran, S., Simon, S., e Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: developments in the use of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88 (6), 915-933.
- Erickson, F. (1985). *Qualitative methods in research on teaching*. East Lansing, Michigan: The Institute for Research on Teaching.
- European Union (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union, 30-12-2d006, L 394/10-L 394/18. Recuperado el 2 de marzo de 2010. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:en:PDF>.
- Evagorou, M., e Avraamidou, L. (2008). The role of technology in supporting the process of argument construction in science learning. *Educational Media International*, 45 (1), 33-45.
- Fairclough, N. (1995). *Critical discourse analysis. The critical study of language*. Harlow: Longman.
- Fish, J. M. (Ed.) (2002). *Race and intelligence: separating science from Myth*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Freinet, C. (1969). *Pour l'école du peuple*. Paris: Maspero.
- Freire, P. (1970). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gee, J. P. (1990). *Social linguistic and literacies: ideology in discourses*. New York: Academic Press.
- Gee, J. P. (2005). La ideología en los discursos: lingüística social y alfabetizaciones [traducción de Pablo Manzano]. Madrid: Morata.
- Gee, J. P. (2011). *How to discourse analysis: a toolkit*. New York: Routledge.
- Gee, J. P., Michaels, S., e O' Connor, M. C. (1992). Discourse analysis. En M. LeCompte, W. Millroy & J. Preissle (Eds.), *The handbook of qualitative research in education* (pp. 227-291). New York: Academic Press.
- Gelbart, H., e Yarden, A. (2006). Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. *Journal of Biological Education*, 40 (3), 107-

112.

- Gott, R., e Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 791-806.
- Gould, S. J. (2007). *La falsa medida del hombre* (1ª edición bolsillo). Drakontos Bolsillo: Barcelona.
- Habermas, J. (1981-198). *The theory of communicative action*. Boston: Beacon Press.
- Herrnstein, R. J., e Murray, C. (1994). *The Bell curve. Intelligence and class structure in American life*. New York: The Free Press.
- Hogan, K. (1999). Sociocognitive roles in science group discourse. *International Journal of Science Education*, 21 (8), 855-882.
- Hogan, K., e Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (6), 663-687.
- Jensen, A. (1969). How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Harvard Educational Review*, 33, 1-123.
- Jeong, H., Songer, N., e Lee, S. Y. (2007). Evidentiary Competence: Sixth Graders' Understanding for Gathering and Interpreting Evidence in Scientific Investigations. *Research in Science Education*, 37 (1), 75-97.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1990a). Xogos de Simulación e modelos de Xenética. *Ciencias: Revista de Enseñanza*, 9-10, 114-112.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1990b). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (10), 114-122.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories? A classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, 14 (1), 51-61.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. En S. Erduran e M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*, (pp. 91-115). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2012). Las prácticas científicas en la investigación y en el aula de ciencias. Conferencia plenaria. XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 5-7 de setembro de 2012.
- Jiménez Aleixandre, M. P., Agraso, M. F., e Eirexas, F. (2004). Scientific authority and empirical data in argument warrants about the Prestige oil spill. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching annual meeting. Vancouver, abril de 2004.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Bravo Torija, B. (2009). How many links can exist in a trophic chain? Use of evidence about ecosystems. Artigo presentado en ESERA Conference. Estambul, 31 agosto – 4 de setembro de 2009.
- Jiménez Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., e Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “Doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*, 84 (6), 757-792.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. En S. Erduran e M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Federico Agraso, M. (2009). Justification and persuasion about cloning: Arguments in Hwang’s paper and journalistic reported versions. *Research in Science*, 39 (3), 331-347.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Fernández López, L. (2010). *What are authentic practices? Analysis of students-generated projects in secondary*. Paper presented at the NARST annual meeting, Philadelphia, EEUU, 21-24 de marzo de 2010.
- Jiménez Aleixandre, M. P. e Fernández López, L. (2010). The meaning of authentic practices: A proposal illustrated by 9th grade students' generated projects. Artigo presentado en ERIDOB conference, Braga, Portugal, 13-17 xullo de 2010.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Pereiro Muñoz, C. (2002). Knowledge producers or

- knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1171-1190.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Puig, B. (2010). Argumentación en la evaluación de explicaciones causales en ciencias. *Alambique*, 63, 11-19.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. En B. Fraser, K. G. Tobin, e Mc Robbie (Eds.), *Second international handbook of science education. Volume 2* (pp. 1001-1017). Dordrecht: Springer.
- Jiménez Aleixandre, M. P., e Sanmartí Puig, N. (1995). The development of a new curriculum for secondary school in Spain: Opportunities for change. *International Journal of Science Education*, 17 (4), 425-439.
- Johnson, S. (1991). *Food for thought. The cookie analogy*. Center for Biology Education. Madison: University of Wisconsin. Recuperado el 15 de enero de 2010. http://cbe.wisc.edu/cbe_pubs/cookie_analogy.html
- Kampourakis, K., e Zogza, V. (2009). Preliminary evolutionary explanations: A basic framework for conceptual change and explanatory coherent in evolution. *Science & Education*, 18, 1313-1340.
- Kaplan, C., e Llomovatte, S. (2009). Revisión del debate acerca de la desigualdad educativa en la sociología de la educación: la reemergencia del determinismo biológico. En S. Llomovatte e C. Kaplan (Eds.), *Desigualdad educativa: la naturaleza como pretexto*, (pp. 9-21). Buenos Aires: CEP.
- Kelly, G. J. (2008a). Inquiry, activity, and epistemic practice. En R. A. Duschl e R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation* (pp.99-117). Rotterdam. The Netherlands: Sense Publishers.
- Kelly, G. J. (2008b). Discourse in Science Classrooms. En S. K. Abell e N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. 443-471. New York: Routledge.
- Kelly, G. J. (2011). Analysing classroom activities: theoretical and methodological considerations. Conferencia plenaria en ESERA, Lyon, Francia, 5-9

setembro de 2011.

- Kelly, G. J., Druker S., e Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: combining performance assessment with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20 (7), 849-871.
- Kelly, G. J., Regev, J., e Prothero, W. (2008). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. En S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*, (pp. 137-159). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Kelly, G. J., e Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing, *Science Education*, 83 (3), 115-130.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept Cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21 (4), 431-446.
- Knippels M. C. P. J. (2002). *Coping with the Abstract and Complex Nature of Genetics in Biology Education: The Yo-yo Learning and Teaching Strategy*. Doctoral dissertation. Utrecht: University of Utrecht.
- Knippels M. C. P. J., Waarloo, A. J., e Boersma, K. Th. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39 (3), 109-112.
- Kolstø, S. D. (2001). To trust or not to trust, ...'-pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *Science Education*, 23 (9), 877-901.
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tonning, A. S. V., e Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socio-scientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655.
- Kolstø, S. D., e Ratcliffe, M. (2008). Social aspects of argumentation. En S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*, (pp. 117-136).

- Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Koslowski, B., Marasia, J., Chelenza, M., e Dublin, R. (2008). Information becomes evidence when an explanation can incorporate it into a causal framework. *Cognitive Development*, 23, 472–487.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62, 155-178.
- Kuhn, D. (1993). Science as an Argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77 (3), 319-337.
- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lalueza, C. (2002). *Razas, racismo y diversidad. La ciencia un arma contra el racismo*. Barcelona: Algar.
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Levy, R. S., Selles, S. E., e Ferreira, M. S. (2008). Examining the ambiguities of the human race concept in biology textbooks: tensions between knowledge and values expressed in school knowledge. En M. Hamman (Eds.), *Biology in Context: learning and teaching for the twenty-first century*, (pp. 338-346). University of London. London.
- Lewis, J., e Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26 (2), 195–206.
- Lewis, J., e Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: the role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28 (11), 1267-1287.
- Lewis, J., e Wood Robinson C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance– do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 177–195.
- Lewontin, R. C. (2000). A doutrina do ADN. A Biología como ideologia.

- Edicions Laiovento.
- Lewontin, R. C., Rose, S., e Kamin, L. J. (2003). *No está en los genes. Racismo, genética e ideología*. Barcelona: Crítica.
- López Facal, R., e Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Identities, social representations and critical thinking. *Cultural Studies of Science Education*, 4, 689-695.
- López Rodríguez, R., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2007) ¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 309-324.
- Maloney, J. (2007). Children' s roles and use of evidence in science: an analysis of decision-making in small groups. *British Educational Research Journal*, 33, 371-401.
- Márquez, C., Prats, A., e Marbá, A. (2007). A critical reading of press advertisement in the science class. Paper presented at the European Science Education Research Association Conference, Malmo.
- Martínez Gracia, M. V., Gil Quílez, M. J., e Osada, J. (2006). Analysis of Molecular Genetics Content in Spanish Secondary School Textbooks. *Journal of Biological Education*, 40, 2, 53-60.
- McCarthy, C. (1992). Why be critical? (Or rational or moral?) On the justification of critical thinking. En H. A. Alexander (Ed.), *Philosophy of Education 1992: Proceedings of the Forty-Eighth Annual Meeting of the Philosophy of Education Society* (pp. 60–68). Urbana, IL: Philosophy of Education Society.
- McNeill, K. L., e Krajcik, J. (2011). Claim, evidence and reasoning. Supporting middle school students in evidence-based scientific explanations. Workshop presentado en NARST. Recuperado el 10 de abril de 2011 <http://www.katherinelmccneill.com/workshops.html>.
- Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). (2007). Real Decreto 1631/2006 Enseñanzas Mínimas Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5-1, 677-773.

- Molinatti, G. (2007). *Médiation des sciences du cerveau. Approche didactique et communicationnelle de rencontres entre neuroscientifiques et lycéens*. Doctoral dissertation. Paris, Museum National d'Histoire Naturelle.
- Montagu, A. (1942-1974). *Man's most dangerous myth: The fallacy of race*. New York: Oxford University Press (5º edición, revisada).
- Mortimer, E. F. (2000). Microgenetic analysis and the dynamic of explanations in science classroom. *Proceedings de III Conference for Sociocultural Research*, Campinas, Brazil [Cd-Rom].
- Mortimer, E., e Scott, P. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Moscovici, S. (1961-1976). *La psychanalyse, son image et son public*. Paris: Ed. PUF. (2ª edición).
- Muller Mirza, N., e Perret Clermont, A. N. (2009). *Argumentation and education. Theoretical foundations and practices*. Dordrecht: Springer.
- Norris, S. P. (1992). Bachelors, buckyballs and ganders: Seeking analogues for definitions of "critical thinker". En H. A. Alexander (Ed.), *Philosophy of Education 1992: Proceedings of the Forty-Eighth Annual Meeting of the Philosophy of Education Society* (pp. 69–71). Urbana, IL: Philosophy of Education Society.
- Norris, S. P. (1995). Learning to live with scientific expertise: Toward a theory of intellectual communalism for guiding science teaching. *Science Education*, 79, 201–217.
- Norris, S. P., e Korpan, C. A. (2000). Science, views about science, and pluralistic science education. En R. Millar, J. Leach, e J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 227–244). Buckingham, UK: Open University Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: Author.
- Osborne, J., Erduran, S., e Simon, S. (2004). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science*

- Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Otero, J. (2002). Noticing and fixing difficulties while understanding science texts. En Otero, J., León, J. A., Graesser, A.C. (Eds.) *The Psychology of Science Text Comprehension*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Perelman, C., e Olbretchs Tyteca, L. (1989). *Tratado de la argumentación: la nueva retórica*. Madrid: Gredos, D. L.
- Perry, W. G. (1981). Cognitive and ethical growth: The making of meaning. En A. W. Chickering e Associates (Eds.), *The modern American college* (pp. 76–116). San Francisco: Jossey.
- Plantin, C. (2005). *L'Argumentation: histoire, théories et perspectives*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Puig, B., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2009). ¿Qué considera el alumnado que son pruebas de la evolución? *Alambique*, 62, 43-50.
- Puig, B., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). What do 9th grade students consider as evidence for or against claims about genetic differences in intelligence between black and white “races”? En M. Hamman, A. J. Waarlo, e K. Th. Boersma (Eds.), *The nature of research in biological education* (pp. 137–151). Utrecht: University of Utrecht.
- Puig, B., e Jiménez-Aleixandre (2011). Different music to the same score: teaching about genes, environment and human performances. En T. D. Sadler (Ed), *Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research* (pp 201–238). Dordrecht: Springer.
- Puig, B., e Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Students' understanding of evidence for evolution. En A. Yarden, e G. S. Carvalho (Eds.). *Authenticity in Biology Education: Benefits and Challenges. A selection of papers presented at the 8th Conference of European Researchers in Didactics of Biology* (ERIDOB) (pp. 285-294). Braga, Portugal.
- Puig, B., Bravo Torija, B., e Jiménez Aleixandre (2012). *Argumentación na aula: Dúas unidades didácticas*. Santiago de Compostela: Danú. Proxecto S-TEAM. [hai versións en galego, castelán e inglés].

- Ratcliffe, M. (1999). Evaluation of abilities in interpreting media reports of scientific research. *International Journal of Science Education*, 21, 10, 1085-1099.
- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding Complex Learning: the mechanisms of structuring and problematizing student work. *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (3), 273-304.
- Resnick, L. (1989) Introduction. En Resnick (ed.) *Knowing, Learning and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, pp 1-25.
- Sadler, T., e Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content-knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28, 1463-1488.
- Sadler, T. D., e Zeidler, D. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88, 4-27.
- Sadler, T. D., e Zeidler, D. (2005a). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, 71-93.
- Sadler, T. D., e Zeidler, D. (2005b). Patterns of informal reasoning in the context of socio scientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (1), 112–138.
- Sampson, V., e Clark, D. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92 (3), 447-472.
- Sandoval, W., e Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39 (4), 199-201.
- Sandoval, W. A., e Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.

- Sandoval, W. A., e Millwood, K. A. (2008). What can argumentation tell us about epistemology? En S. Erduran e M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*, (pp. 68-85). Dordrecht: Springer.
- Sandoval, W. A., e Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345–372.
- Schneider et al (1977). Is our biology to blame? *The American Biology Teacher*, 39 (7), 432-437.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., e Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 632–654.
- Sensevy, G. (2007). Des categories pour décrire et comprendre l'action didactique. En G. Sensevy e A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble: Éléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13–49). Rennes, France: Presses Universitaires de Rennes.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Siegel, H. (1988). *Educating reason: Rationality, critical thinking and education*. New York: Routledge.
- Siegel, H. (1989). The rationality of science, critical thinking and science education. *Synthese*, 80, 9-41.
- Simonneaux, L., e Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education*. Doi 10.1007/s11422-008-9141-x.
- Smedley, A. (2002). Science and the Idea of Race. A Brief History. En Fish, J. M

- (Ed) *Race and intelligence: separating science from Myth*, (pp 145-175). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sóñora, F., García Rodeja, I., e Brañas, M. (2001). Discourse analysis: Pupils' discussions of soil science. En I. García-Rodeja, J. Díaz, U. Harms, e M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Proceedings of the 3rd ERIDOB Conference* (pp. 313–326). Santiago de Compostela: University of Santiago de Compostela.
- Soutullo, D. (2005). *Biología, cultura y ética. Crítica de la sociobiología humana*. Madrid: Talasa Ediciones S. L.
- Stanisstreet, M., Spofforth N., e Williams, T. (1993). Attitudes of children to the uses of animals. *International Journal of Science Education*, 15 , 411–425.
- Stewart, J. (1983). Student problem solving in high school genetics. *Science Education*, 67, 523-540.
- Stewart, J., e Maclin, R. (1990). Representing genotype-to-phenotype mappings. *Journal of Biological Education*, 24 (2), 113-116.
- Tavares, M. L., Jiménez Aleixandre, M. P., e Mortimer, E. F. (2010). Articulation of conceptual knowledge and argumentation practices by high school students in evolution problems. *Science & Education*, 19, 573-598.
- The Design-Based Research Collective (2003). Design-Based Research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32 (1), 5-8.
- Tiberghien, A. (2008). Foreword. Argumentation in science education: An overview. En S. Erduran e M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. ix-vx). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Tiberghien, A., Vince, J., e Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31 (17), 2275–2314.
- Toulmin, S. (1958, edición de 1964). *The uses of argument*. Cambridge: University Press.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding: Vol. 1. The collective use and*

- development of concepts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Toulmin, S. (2001). *Return to reason*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tsui, C. Y., e Treagust, D. F. (2007). Understanding Genetics: Analysis of Secondary Students' Conceptual Status. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (2). 205-235.
- Tytler, R., Duggan, S., e Gott, R. (2000). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education* 2(8), pp. 815-832.
- van Eemeren, F. H., e Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectic approach*. Cambridge: Cambridge Univeristy Press.
- Venter J. C, Adams M. D., Myers E. W., et al. (2001). The sequence of the human genome. *Science*, 292 (5507), 1304-1351.
- Venville, G., e Dawson, V. (2010). The impact of an argumentation intervention on Grade 10 students' conceptual understanding of genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (8), 952-977.
- Venville, G., e Donovan, J. (2005). Searching for clarity to teach the complexity of the gene concept. *Teaching Science*, 51 (3), 20-2.
- Venville G., e Donovan, J. (2008). How pupils use a model for abstract concepts in genetics. *Journal of Biological Education*, 43 (1), 6-14.
- Vygostky, L. S. (1987). *Thinking and Speech*. (N. Minick, Traduc). New York: Plenium Press.
- Walton, D. N. (1996). *Argument structure: a pragmatic theory*. Toronto: University of Toronto Press.
- Willinsky, J. (1998a). The obscured and present meaning of race in science education. En D. A. Roberts e L. Ostman, (Eds.), *Problems of Meaning in Science Curriculum. Ways of knowing in science series*, chapter 6 (pp. 73-85). New York: Teachers Collegue, Columbia University.
- Willinsky, J. (1998b). *Learning to divide the world. Education at Empire's End*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Xunta de Galicia (2007). Decreto 133/2007, do 5 de xullo, polo que se regulan as

- ensinanzas da educación secundaria obrigatoria na Comunidade Autónoma de Galicia. Diario Oficial de Galicia, 13 de xullo de 2007.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3º ed.): SAGE Publications.
- Zeidler, D. L., e Sadler, T. D. (2008). The role of moral reasoning in argumentation: conscience, character and care. En S. Erduran & M. P. Jiménez Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 201-206). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Zohar, A., e Nemet, F. (2002). Fostering students' argumentation skills through bioethical dilemmas in genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 35–72.
- Zohar, A., Weinberger, Y., e Tamir, P. (1994). The effect of the biology critical thinking project on the development of critical thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 183–196.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1. Libros de texto analizados

Anexo 2. Actividade “Watson e a intelixencia” (estudo piloto)

Anexo 3. Actividades da unidade didáctica 1 (estudo de caso 1)

Anexo 4. Actividade “Probas da evolución” (estudo de caso 2)

Anexo 5. Actividades da unidade didáctica 2 (estudos de caso 3, 4)

Anexo 6. Transcricións (CD)

ANEXO 1

Libros de texto analizados

Libros de texto analizados no Capítulo 4

Balibera, S., Álvarez, A., Sáez, A., Reyes, M., y Vílchez, J. M. (2003). *4º Educación Secundaria Biología e Xeoloxía*. Madrid: Anaya. (LT1)

Madrid Rangel, M. A., Meléndez Hevia, I., Blanco Kroeger, M., Vidal- Abarca, E., y González Serén, X. A. (2008). *Biología e Xeoloxía. Proxecto A casa do saber*. Barcelona: Obradoiro Santillana (LT2)

Pedrinaci, E., y Gil, C. (2003). *Biología e Xeoloxía. Proxecto Ecosfera*. Madrid: Ediciones Sm (LT3)

Panadero Cuartero, Juan E., Lozano Montero, A., Olazábal Flórez, A., y Fuente Flórez, R., Argüello González, J. (2008). *Biología e Xeoloxía. 4º ESO*. Edicións Xerais. (LT4)

Chapela Otero, C. (2008). *Biología y Geología. 4º ESO*. Madrid: MacGraw-Hill. (LT5)

Libros de texto analizados no capítulo 5

Balibera, S., Álvarez, A., Sáez, A., Reyes, M., y Vílchez, J. M. (2003). *4º Educación Secundaria. Biología e Xeoloxía*. Madrid: Anaya. (LTA)

Madrid Rangel, M. A., Meléndez Hevia, I., Blanco Kroeger, M., Vidal- Abarca, E., y González Serén, X. A. (2008). *Biología e Xeoloxía. Proxecto A casa do saber*. Barcelona: Obradoiro Santillana (LTB).

Pedrinaci, E., y Gil, C. (2003). *Biología e Xeoloxía. Proxecto Ecosfera*. Madrid: Ediciones Sm (LTC)

Panadero Cuartero, J. E. et al. (2008). *Ciencias para o mundo contemporáneo. 1º Bachillerato*. Madrid: Anaya (LTD)

ANEXO 2

Actividade “Watson e a intelixencia” (versión 1)

HAI PROBAS PARA FALAR DE DIFERENZAS EN INTELIXENCIA ENTRE PERSOAS BRANCAS E NEGRAS?

O 14 de outubro de 2007 o especialista en xenética James Watson, premio nobel en 1962 polo descubrimento da estrutura do ADN declarou ao *Sunday Times* que os negros son menos intelixentes que os brancos. “*Quen tratan con empregados negros saben que isto [que todas as persoas son iguais] non é certo*”. Afirmou que nuns dez anos se poderían identificar os xenes responsables das diferenzas en intelixencia.

Examina as seguintes informacións e indica se apoian, refutan ou non se relacionan coas afirmacións de James Watson (JW).

① *Durante os últimos dez anos todas as medallas de ouro de atletismo en 100 metros (e a maioría doutras categorías) foron gañadas por atletas estadounidenses de cor negra (descendentes dunha mestizaxe de antepasados do oeste de África, e arredor dun 30% de xenes de antepasados brancos).*

1A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? ☐ Si ☐ Non ☐ Non sei

1B. (Se a resposta é si) Creo que: ☐ Apoia a afirmación de JW
☐ Refuta a afirmación de JW
☐ Outra (indicar)

1C. Explica a túa elección a 1A (por que si ou por que non)

1D. Explica a túa elección a 1B (por que apoia ou refuta)

② *A porcentaxe de bebés que morren antes de cumprir un ano (mortalidade infantil) é de 4 por cada dez mil nados en España, Francia, Holanda etc. En Estados Unidos, (onde non hai Seguridade Social ou medicina pública, habendo só medicina privada) é de 7 por dez mil, con estas diferenzas: 5,7 por dez mil entre brancos e 14 por dez mil para negros.*

2A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? ☐ Si ☐ Non ☐ Non sei

2B. (Se a resposta é si) Creo que: ☐ Apoia a afirmación de JW
☐ Refuta a afirmación de JW

☐ Outra (indicar)

2C. Explica a túa elección a 2A (por que si ou por que non)

2D. Explica a túa elección a 2B (por que apoia ou refuta)

③ *Diversos estudos en Arxentina e outros países latinoamericanos mostran a relación entre nutrición infantil e desenvolvemento intelectual. Nos nenos que sofren desnutrición crónica (fame) e anemia até os 2 anos o rendemento intelectual na escola diminúe, non se concentran, repiten curso, e teñen problemas coa linguaxe. Parte da explicación pode ser que o cerebro pesa uns 350 g ao nacer e, con adecuada nutrición, debe aumentar até 900 g aos 14 meses.*

3A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? ☐ Si ☐ Non ☐ Non sei

3B. (Se a resposta é si) Creo que: ☐ Apoia a afirmación de JW
☐ Refuta a afirmación de JW
☐ Outra (indicar)

3C. Explica a túa elección a 3A (por que si ou por que non)

3D. Explica a túa elección a 3B (por que apoia ou refuta)

④ *Os neurocientíficos Wiesel e Hubel, premios nobel de medicina en 1981, mostraron que cosendo as pálpebras dun ollo en gatos acabados de nacer (impedindo que o abrisan durante varios meses), ao descoselas os gatos ficaban cegos dese ollo. Os órganos visuais estaban intactos, mais as conexións nerviosas no cerebro non se establecían, sendo imposibles de recuperar.*

4A. ¿Ten relación coa afirmación de JW? ☐ Si ☐ Non ☐ Non sei

4B. (Se a resposta é si) Creo que: ☐ Apoia a afirmación de JW
☐ Refuta a afirmación de JW
☐ Outra (indicar)

4C. Explica a túa elección a 4A (por que si ou por que non)

4D. Explica a túa elección a 4B (por que apoia ou refuta)

⑤ Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar:

a) que James Watson leva razón

ou

b) que non leva razón

⑥ Que opinas ti persoalmente das afirmacións de James Watson, ¿cres que leva razón ou non? Explica por que.

ANEXO 3

Actividades Unidade Didáctica 1

Actividade sesión 1. Fenotipo e xenotipo das persoas (adaptada de Dixon, *Take two people*, 1982)

Materiais en cada grupo:

- Dous sobres brancos: 1 para cada sexo (feminino/ masculino)
- Papel de tres cores:
 - * Azul: “cor de ollos” (castaños/azuis)
 - * Vermello: “cor de pelo” (claro/oscuo)
 - * Amarelo: “lóbulo da orella” (pegado/despegado)
- Rotuladores
- Tixeiras

Procedemento:

Primeira parte: fenotipos e xenotipos das parellas

- 1º Preparade dous sobres: un sobre para muller e outro para varón.
- 2º Facede os seus xenotipos. Para isto utilizade dous papeis da **mesma cor** para cada caracter. Escribide en cada papel un dos *dous alelos* deste caracter. Repetídeo para os outros caracteres nos papeis das súas cores.
- 3º Debuxar en cada sobre os tres rasgos do *fenotipo* resultantes dos xenotipos escollidos antes: cor de ollos, cor de pelo, lóbulo de orella.
- 4º Introducide os cartonciños en cada un dos sobres.

Segunda parte: Intercambio das parellas

Intercambiade agora a vosa parella de sobres con outro grupo da clase.

Antes de abrir cada sobre...

Á vista do fenotipo que podedes ver nos sobres, emitide hipóteses sobre os posibles xenotipos e escribídeos.

Despois de abrir os sobres...

- a) Contrastade as hipóteses estudiando os xenes.
- b) ¿Para cantos caracteres, dos representados, é homocigoto cada proxenitor?
¿para cantos heterocigoto?
- c) ¿Cantos gametos distintos poderá producir cada proxenitor para cada un destes caracteres? ¿de que depende o número de gametos?
- d) Utilizando un lanzamento de moeda -para simular o azar- para cada carácter no que exista heterocigose, formade un gameto feminino e outro masculino. Escribide os xenotipos e os fenotipos resultantes do fillo ou filla e repetide o

proceso. ¿Son iguales los hermanos?

Posta en común: discusión de la variabilidad entre hermanos

¿De qué depende la variabilidad entre hermanos? ¿el número de caracteres distintos? ¿condicionado por algún otro factor?

Actividade sesión 2. Watson e a intelixencia (versión 2)

¿HAI PROBAS PARA FALAR DE DIFERENZAS XENÉTICAS EN INTELIXENCIA ENTRE PERSOAS BRANCAS E NEGRAS?

O 14 de outubro de 2007 o especialista en xenética James Watson, premio nobel en 1962 polo descubrimento da estrutura do ADN declarou ao *Sunday Times* que os negros son menos intelixentes que os brancos debido a diferenzas nos seus xenes. Afirmou asimesmo que nuns dez anos se poderían identificar estes xenes responsables das diferenzas en intelixencia.

I ¿Podes resumir a afirmación de Watson nas túas propias palabras?

II A afirmación de Watson de que as diferenzas en intelixencia entre brancos e negros se deben aos xenes, é un exemplo do que se coñece como determinismo biolóxico: a idea de que o desempeño das persoas depende en exclusiva da súa información xenética. Moitos outros científicos e científicas pensan que o desempeño das persoas depende da interacción entre a súa información xenética e as condicións ambientais (alimentación, condicións sanitarias, educación etc) Examina as seguintes informacións e indica se apoian, refutan ou non se relacionan coas afirmacións de James Watson (JW).

1. Variacións de estatura na poboación galega masculina

Existen series de datos de estatura dos varóns desde hai moitos anos, debido a que se tallaban aos 19 anos para o servizo militar obrigatorio.

Na táboa recóllense os resultados dun estudo do profesor Rafael Tojo da Universidade de Santiago de Compostela sobre a evolución da estatura media dos varóns galegos desde 1935.

Ano / talla media	1935	1980	2005
	163 cm	170cm	175cm

Rafael Tojo Sierra, Unidade de Investigación en Nutrición e Desenvolvemento humano.

Obsérvase na táboa que a estatura media aumentou doce centímetros desde 1935 e, como di o profesor Tojo, aumentou cinco centímetros nos últimos 25 anos.

1A. Explica o máis detalladamente que poidas a que cres que se debe este aumento. ¿Que probas lle darías a alguén para convencelo?

2A. ¿De que depende a estatura dunha persoa?

3A. Creo que: ☐ son datos a favor da afirmación de JW

☐ son datos en contra da afirmación de JW

☐ Non se relacionan con ela

Explica a túa elección, indicando que probas darías para convencer a unha persoa

que pensase o contrario.

2. Na táboa figuran os gañadores das medallas de ouro de atletismo en 100 m masculinos nos seis xogos olímpicos de 1984 a 2004. Todos eles son atletas que teñen a pel de cor negra, catro nados e entrenados nos Estados Unidos, e dous nados en Jamaica, mais emigrados de nenos a Inglaterra ou Canadá, onde foron entrenados.

Xogos olímpicos	Medalla de ouro / país	Cor da pel	Nacido en	Educado/entrenado en
Los Angeles 1984	Carl Lewis Estados Unidos	negra	Alabama Estados Unidos	Estados Unidos
Seúl 1988	Carl Lewis Estados Unidos	negra	Alabama Estados Unidos	Estados Unidos
Barcelona 1992	Linford Christie Reino Unido	negra	Jamaica	Inglaterra desde os 7 anos
Atlanta 1996	Donovan Bailey Canadá	negra	Jamaica	Canadá desde os 13 anos
Sidney 2000	Maurice Greene Estados Unidos	negra	Kansas, Estados Unidos	Estados Unidos
Atenas 2004	Justin Gatlin Estados Unidos	negra	New York, Estados Unidos	Estados Unidos

Algunha información adicional:

- Nunha comparación entre atletas de Escocia (brancos) e Jamaica (negros), encontrouse que os segundos teñen un 40% máis de fibras de actina (de contracción rápida) que os primeiros. Estas fibras son importantes nos esforzos de alta intensidade.
- Ningún destes medallistas olímpicos foi entrenado ou viviu en países de África.

2A. Creo que: ☐ son datos a favor da afirmación de JW

☐ son datos en contra da afirmación de JW

☐ Non se relacionan con ela

Explica a túa elección, indicando que probas darías para convencer a unha persoa que pensase o contra.

3. Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar:

a) que James Watson leva razón ou b) que non leva razón.

Actividade sesión 3. Cociñar rosquillas

Actividade adaptada de Jonhson, S. (1991) "The Cookie analogie", Center for Biology Education, University of Wisconsin.

A. Prepare rosquillas na casa, seguindo unha destas catro receitas:

Receita nº 1. Rosquillas de anís

Ingredientes

¼ kg fariña	4 culleradas de aceite	1 ovo
1 culleriña de lévedo	3 culleradas de leite	3 culleradas de anís

Bater o ovo e engadir a continuación o aceite, o anís e o leite, e seguir batendo. Unha vez que estea todo ben mesturado, engadirlle o azucre e o lévedo. Botar pouco a pouco a fariña até formar unha masa. Formar cilindros de medio centímetro de diámetro, cortar a masa en bastóns de 10cm e formar finalmente as rosquillas unindo as puntas.

Para fritir

Quentar o aceite nunha tixola co lume non moi alto e fritir as rosquillas até ver que inchan. Entón, subir o lume para douralas.

Ao forno

Quentar ao forno a 170° durante 25 minutos.

Receita nº2. Rosquillas de chocolate

Ingredientes

¼ kg fariña	4 culleradas de aceite	1 ovo
1 culleriña de lévedo	3 culleradas de leite	faragullas chocolate

Bater o ovo e engadir a continuación o aceite, o anís e o leite, e seguir batendo. Unha vez que estea todo ben mesturado, engadirlle o azucre e o lévedo. Botar pouco a pouco a fariña até formar unha masa. Formar cilindros de medio centímetro de diámetro, cortar a masa en bastóns de 10cm e formar finalmente as rosquillas unindo as puntas.

Para fritir

Quentar o aceite nunha tixola co lume non moi alto e fritir as rosquillas até ver que inchan. Entón, subir o lume para douralas.

Ao forno

Quentar ao forno a 170° durante 25 minutos.

Receita nº3. Rosquillas de canela

Ingredientes

¼ kg fariña	1 ovo
1 culleriña de levadura	canela
4 culleradas de aceite	
3 culleradas de leite	

Bater o ovo e engadir a continuación o aceite, o anís e o leite, e seguir batendo. Unha vez que estea todo ben mesturado, engadirlle o azucre e o lévedo. Botar pouco a pouco a fariña até formar unha masa. Formar cilindros de medio centímetro de diámetro, cortar a masa en bastóns de 10cm e formar finalmente as rosquillas unindo as puntas.

Para fritir

Quentar o aceite nunha tixola co lume non moi alto e fritir as rosquillas até ver que inchan. Entón, subir o lume para douralas.

Ao forno

Quentar ao forno a 170° durante 25 minutos.

B. Preguntas para discutir en grupos

Parte I: Bota as túas rosquillas nun prato e colócao co resto de pratos de rosquillas cociñadas coa mesma receita. (Por favor, non as probes)

1) Cociñáronse todas as rosquillas coa mesma receita? Parécenche todas as rosquillas cociñadas coa mesma receita idénticas?

2) Indica as *semellanzas* entre as rosquillas do mesmo prato. Sinala as *diferenzas* entre elas.

3) De *todos os pratos con rosquillas cociñadas coa mesma receita*, son todas idénticas?

4) Sinala as *semellanzas* que observes entre elas. Sinala as *diferenzas* que observes entre elas.

Parte II: Cada grupo, collede unha rosquilla de cada un dos pratos (anotando as receitas) e botádeas nun prato baleiro. Agora podes probalas, mais non comades todas. Observa as distintas rosquillas e responde as seguintes cuestións

5) Por que *razóns* todas as rosquillas *cociñadas pola mesma persoa* pode que non sexan idénticas?

6) Por que *razóns* as rosquillas cociñadas coa mesma receita por distintas persoas pode que non sexan idénticas?

7) Explica por que as rosquillas cociñadas coas receita 1 e 2 que usaron os *mesmos ingredientes* son diferentes. Existen rosquillas cociñadas con distintas receitas que se asemellen entre si?

8) Usando as rosquillas como exemplos de organismos vivos, discute a *influencia* dos ingredientes da receita e a influencia do xeito de cociñalas. A que elementos ou características dos organismos vivos correspóndense os ingredientes e o xeito de cociñalas?

ANEXO 4

Actividade “Uso de probas da evolución”

Que probas hai da Teoría da evolución?

A) Imaxina que tes que convencer a alguén de que a teoría da evolución é certa. Dos seguintes datos, escolle un (ou máis) que che pareza que é a proba máis clara da teoría da evolución. Explica por que che parece que é unha proba da evolución.

A.1. Hoxe pénsase que os dinosaurios carnívoros como o *Tyrannosaurus rex* tiñan plumas. As seguintes imaxes son dun fósil máis antigo, antepasado de dinosaurios e aves: *Archaeopteryx*. Este animal tiña características que teñen as aves actuais, como plumas e outras propias dos réptiles como garras na ás.



A.2. Algúns mamíferos mariños, como as baleas, agochan no interior do seu corpo restos óseos das patas posteriores, que neles non se desenvolven.

A.3. Nun libro publicado este ano, afirmase: “Todo o mundo sabe que as persoas son agora máis altas ca os seus avós ou bisavós. Isto é unha proba da evolución”.

A.4. Un elevado número de insectos transmisores de enfermidades como a malaria aumentaron a súa resistencia a insecticidas como o DDT debido ao seu uso masivo e prolongado.

B) Discute no teu grupo as respostas que destedes á pregunta anterior.

ANEXO 5

Actividades da Unidade didáctica 2

As actividades “Fenotipo e xenotipo das persoas” (sesión 2) e “Cociñar rosquillas” (sesión 5) son as mesmas que as da unidade didáctica 1 (anexo 3). Neste anexo reproducense unicamente as actividades modificadas ou orixinais da unidade didáctica 2.

Actividade sesión 3. “Os velocistas negros”

¿Como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros?

Desde os Mundiais de atletismo de Roma de 1987, onde tres atletas brancos alcanzaron a final de 100 m lisos, os velocistas de cor negra coparon todos os postos das finais nas Olimpíadas e Mundiais.

Danse distintas explicacións a estes logros:

A) isto é consecuencia dos seus xenes.

B) é debido á influencia de factores como alimentación, entrenamiento, etc.

C) é unha combinación de A e B

1. Dos datos que tes á túa disposición di cales apoian A, cales B e cales C

A

B

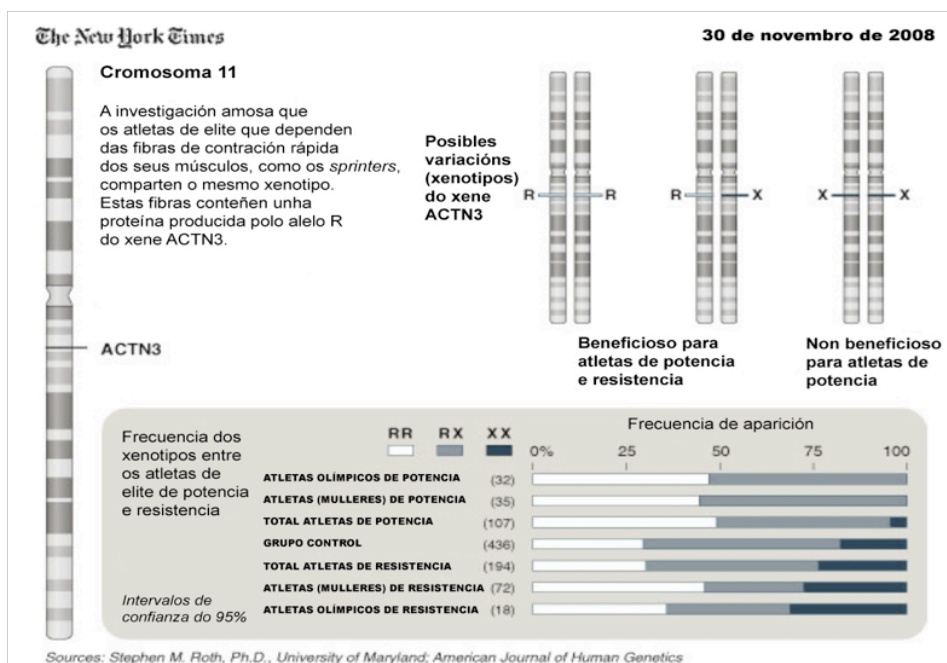
C

2. Elixes a mellor explicación e xustifica a túa elección en base aos distintos datos proporcionados.

3. Dos datos proporcionados, cales pensas que son probas e por que?

Informacións achegadas na actividade:

(1) *O xene do deporte: ACTN3*



Imaxe:

[file://localhost/Imagen/\(http://www.nytimes.com/imagepages/2008/11/30/sports:30genetics_graphic_ready.html\)](http://localhost/Imagen/(http://www.nytimes.com/imagepages/2008/11/30/sports:30genetics_graphic_ready.html))

(2) *Xamaica: a illa dos sprinters* (La Jornada, 22 de agosto de 2009)

“Algúns dos logros nas probas de velocidade de atletismo foron para atletas negros de orixe xamaicano. É o caso dos campións olímpicos como o británico Linford Christie e os canadenses Ben Jonson e Donovan Bailey. Isto apoia a crenza en que existe algo xenético nos velocistas deste país caribeño.”

(3) *Unha proteína que aumenta a resistencia periférica: ECA*

Unha das variantes da proteína ECA (Enzima Convertidora de Anxiotensina), a ECA de tipo II, é máis frecuente nos deportistas de resistencia, por exemplo atletas de fondo. Mellora a actividade cardiovascular destes deportistas actuando como unha bomba que permite que chegue máis sangue ao músculo e polo tanto, máis osíxeno.

(ABC, 1 de agosto de 2009)

http://www.abc.es/hemeroteca/historico-01-08-2009/abc/Deportes/un-gen-para-elegir-deporte_923005998238.html)

(4) *Lonxitude pernas*

“Un estudo científico estadounidense indica que as pernas dos deportistas negros son máis longas en relación coa súa talla que as dos brancos. Isto podería explicar a súa superioridade nas carreiras: a máis lonxitude das extremidades inferiores, que actúan de palancas de impulsión, máis velocidade dos corredores”

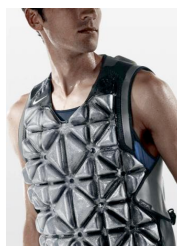
(Suplemento de saúde El Mundo, 23 de outubro de 1999)

[file:///localhost/\(http://www.abc.es:20100712:ciencia:negros-mejores-velocistas-blancos-201007121342.html\)](file:///localhost/(http://www.abc.es:20100712:ciencia:negros-mejores-velocistas-blancos-201007121342.html))

(5) *Roupa e calzado de alta tecnoloxía*

O novo chaleco conxelable usado no calentamento para as probas de máis de dúas horas, retrasa nun 20% o tempo que tarda o organismo en alcanzar os 39,5 grados, temperatura que marca o inicio na redución do rendemento (J. González Alonso, experto español no estudo do estrés térmico e o rendemento).

Zapatillas Nike superlixerías, “buscan o retorno do home a natureza: o home primitivo corría descalzo” (Meschler, o seu fabricante).



(El País, Deportes, 14 de abril de 2008)

http://www.elpais.com/articulo/deportes/frontera/tecnodoping/elpepidep/20080414elpepidep_34/Tes

(6) *Ascendencia dos escravos* (W.Aiken, médico xamaicano)

Unha das hipótesis que trata de explicar o dominio aplastante de Xamaica nas probas de velocidade é: “Como Xamaica foi unha das últimas paradas dos barcos cargados con escravos, iso significa que só os máis fortes sobrevivían ao desembarco na illa”.

<http://www.wradio.com.co/nota.aspx?id=865519>

(7) *As propiedades do Ñame* (opinión recollida no xornal La Jornada, 22 de agosto de 2009)

O pai de Usain Bolt explica as victorias do seu fillo nas propiedades extraordinarias do Ñame ou Yam, un xénero de pranta tropical cun tubérculo que se utiliza na alimentación da illa xamaicana.

<http://www.jornada.unam.mx/2009/08/22/deportes/a36n1dep>

(8) *Táboa cos gañadores das medallas de ouro de atletismo en 100 m lisos masculinos nos xogos olímpicos de 1984 a 2008.*

Xogos olímpicos	Medalla de ouro/ país	Cor da pel	Nacido en	Educado/ entrenado en
Los Angeles 1984	Carl Lewis Estados Unidos	negra	Alabama Estados Unidos	Estados Unidos
Seúl 1988	Carl Lewis Estados Unidos	negra	Alabama Estados Unidos	Estados Unidos
Barcelona 1992	Linford Christie Reino Unido	negra	Jamaica	Inglaterra desde os 7 anos
Atlanta 1996	Donovan Bailey Canadá	negra	Jamaica	Canadá desde os 13 anos
Sidney 2000	Maurice Greene Estados Unidos	negra	Kansas, Estados Unidos	Estados Unidos
Atenas 2004	Justin Gatlin Estados Unidos	negra	New York, Estados Unidos	Estados Unidos
Pekín 2008	Usain Bolt	negra	Jamaica	Jamaica

Actividade sesión 4. “Watson e a intelixencia”

¿HAI PROBAS PARA FALAR DE DIFERENZAS XENÉTICAS EN INTELIXENCIA ENTRE PERSOAS BRANCAS E NEGRAS?

O 14 de outubro de 2007 o especialista en xenética James Watson, premio nobel en 1962 polo descubrimento da estrutura do ADN declarou ao *Sunday Times* que os negros son menos intelixentes que os brancos debido a diferenzas nos seus xenes. Afirmou asimesmo que nuns dez anos se poderían identificar estes xenes responsables das diferenzas en intelixencia.

- 1) ¿Podes resumir a afirmación de Watson nas túas propias palabras?
- 2) Que tipo de datos cres que serían necesarios para probar:
 - a) que James Watson leva razón
 - ou
 - b) que non leva razón

Actividade de avaliación. Que pasará cos xemelgos?

Dous nenos xemelgos idénticos nacen nun país de África que vive unha situación de guerra. Súa nai morre no parto e son separados: o primeiro deles, A, queda nese país africano vivindo coa familia da nai, mentres que o segundo, B, é recollido en adopción por unha familia francesa e vai vivir a Francia.

O primeiro, A, como toda a familia, ten unha alimentación escasa. A súa asistencia á escola é intermitente (vai uns días e outros non), pois desde que ten oito anos debe traballar moitos días.

O segundo, B, ten unha alimentación adecuada. Desde os tres anos asiste á escola de forma regular.

Cando chegan aos 16 anos ¿crees que A e B serán idénticos en todo? Por exemplo

a) *¿Crees que A e B terán a mesma estatura e a mesma masa muscular ou diferente? Xustifica a túa resposta.*

b) *En canto á competencia lectora (ser capaces de ler e entender un texto), a destreza en resolver problemas científicos ou matemáticos ¿será a mesma en A e B ou distinta? Xustifica a túa resposta.*

Transcripción Sesión 1, IES Serra

Sesión 1: "Introducción de conceptos de xenética"

Profesor: Quiroga

Alumnos: 35 (11 alumnos non puideron vir á clase debidos as intensas nevadas que ocasionaron o peche das estradas e aillamento de algunhas zonas próximas ao instituto)

Turno	Nome	Tempo	Transcripción
1			<i>[O profesor presenta a investigadora e comenta que van a traballar unha serie de conceptos de xenética. Sinala que vai a preguntar no exame os conceptos traballados e que serán preguntas de comprensión e non de definición.</i>
		7'10''	<i>Escribe na pizarra unha serie conceptos e indícalles que teñen 3 minutos para definilos coas súas palabras por parellas]</i>
2	Quiroga	11'20''	<i>Xenotipo, a ver, que entendedes por aí desa palabra? Hai xente que di directamente que non sabe o que non coñece esa palabra. A ver, alguén de bioloxía.</i>
3	Estrela	11'40''	<i>É o conxunto de xenes que ten calquera organismo</i>
4	Quiroga		<i>Esto é moi fácil de dicir, é o conxunto de xenes que ten un organismo. Pero onde se encontra eses xenes?</i>
5	Estrela	11'56''	<i>En el ADN</i>
6	Quiroga		<i>Si, pero donde se meten, donde están localizados?</i>
7	Estrela		<i>En la sangre</i>
8	Quiroga		<i>Na sangue?</i>
9	Ernesto	12'03''	<i>No núcleo</i>
10	Quiroga		<i>No núcleo de que?</i>
11	Ernesto e outro		<i>Das células</i>
12	Quiroga		<i>De que células?</i>
13	Rula	12'09''	<i>Dos huesos...</i>
14	Alumno		<i>De todas</i>
15	Quiroga	12'16''	<i>De todas as células. O genoma, o primeiro genoma, donde estaba, por exemplo? No núcleo de que células? A ver, no noso caso, o primeiro genoma noso</i>

			<i>onde estivo, no núcleo de que célula?</i>
16	Alumna	12'32''	<i>Do cigoto</i>
17	Quiroga		<i>Do cigoto. Si e a partir de aí o copiar ese cigoto, eses genes se copiaron en todas as células e todas as células teñen ese xenoma. Por lo tanto, o xenotipo é o conxunto de xenes que ten un individuo da súa especie. Evidentemente o xenotipo dese guisante é diferente o meu xenotipo.</i>
18	Quiroga	12'57''	<i>Fenotipo, a ver, alguén que non dera bioloxía en 4º?</i>
19	Estrela		<i>O fenotipo é o que se manifesta.</i>
20	Quiroga	13'10''	<i>Son as cousas que se manifestan, que cousa máis rara!. É dicir, é o que o final temos, non? E logo como solucionamos este problema de xenotipo e fenotipo.</i>
		13'20''	<i>Alguén me podería dar un exemplo para que eu poida entender que diferenza hai entre o xenotipo, os xenes, a información que eu teño no núcleo, e o fenotipo?</i>
21	Cintia	13'41''	<i>O cor dos ollos por exemplo.</i>
22	Quiroga		<i>Por exemplo o cor dos ollos que lles pasa? para que me distingas ben a palabra fenotipo e xenotipo</i>
23	Cintia		<i>Que sería fenotipo porque se manifesta no exterior, no noso físico</i>
24	Quiroga	13'50''	<i>O sexa que cando ves o o teu cor dos ollos eso é fenotipo, non?</i>
25	Cintia		<i>Si</i>
26	Quiroga		<i>E o xenotipo dese cor donde está?</i>
27	Alumnos	14'01''	<i>Nas células</i>
28	Quiroga		<i>Vale, no núcleo das células, no ADN. E sempre o xenotipo ten que coincidir co fenotipo?</i>
29	Alumnos		<i>No</i>
30	Quiroga	14'12''	<i>Por exemplo? Ernesto, que vexo que tes ganas de dicir algo</i>
31	Estrela	14'28''	<i>Se ti por exemplo tes o cor dos ollos de cor marrón é o alelo dominante é de cor marrón e o recesivo de cor azul tes por exemplo dous xenotipos diferentes</i>
32	Quiroga		<i>Non. Non, pero o xenotipo é o mesmo</i>

33	Estrela	14'40''	<i>No, no, pero ao ter dos alelos diferentes...</i>
34	Quiroga		<i>Si, pero iso é unha palabra que está máis abaixo e non vamos a iso agora</i>
35	Estrela		<i>Pois terías un genotipo diferente, o genotipo sería diferente o fenotipo aí, porque o color de ollos..</i>
36	Quiroga	14'54''	<i>Non, o genotipo é así. O genotipo é que ten un alelo para un color e outro para outro e iso é o genotipo que se vai a expresar un deles porque domina sobre outro</i>
37	Amaia	15'02''	<i>Pero por exemplo hai enfermidades que solo pasan no cromosoma X é a nai ten a enfermidade e o fillo non</i>
38	Quiroga	15'05''	<i>Si pero está aí e non se manifesta. Non, ese non é o exemplo. Un exemplo é que o genotipo e fenotipo non sexa, ou sexa o que dice o genotipo non se teña porque expresar no fenotipo.</i>
		15'30''	<i>Os vou a poñer un exemplo que non ten nada que ver coa bioloxía pero igual vos serve de algo. Os planos deste instituto y o instituto físico, teñen por que coincidir?</i>
39	Alumnos		<i>Non</i>
40	Quiroga		<i>Seguro? Ti cres que un plano vai a coincidir co edificio final?</i>
41	Alumnos		<i>Debería</i>
42	Quiroga		<i>Debería, pero coincide sempre?</i>
43	Alumnos		<i>Non</i>
44	Quiroga		<i>Que pode ocorrer?</i>
45	Alumno		<i>Que houbo modificacións</i>
46	Quiroga		<i>Que pode ocorrer? Que se acaben os ladrillos, que empeze a haber moito aire e que digan que empieze a cambiar a vertiente dun lado</i>
47	Braulio		<i>eso é cambiar o plano</i>
48	Quiroga		<i>Bueno podería ser ou non. En calquer caso cual é o genotipo e cual o fenotipo?</i>
49	Braulio	16'18''	<i>O genotipo os planos</i>
50	Quiroga		<i>E o fenotipo?</i>
51	Alumnos		<i>A estrutura</i>

52	Quiroga	16'22''	<i>Tendo en conta ese exemplo, alguén me pode dar un exemplo do mundo biolóxico? , nun ser vivo?</i>
53	Ernesto		<i>Unha mutación</i>
54	Quiroga	16'40''	<i>Non, unha mutación é cambiar o genotipo e polo tanto non. Unha mutación é como se eu collo o plano o borro, o cambio, evidentemente ese vai dar un novo xenotipo que é o novo plano, polo tanto aí non!</i>
55	Alumno		<i>E o color dos ollos podería ser?</i>
56	Quiroga		<i>Por exemplo?</i>
57	Alumno	16'55''	<i>Ti tes dous xenes, un para os ollos azuis e outro para os ollos marróns</i>
58	Quiroga		<i>Ese é o genotipo. Non, non me vale. Que máis por aí? Eso é como se eu che digo que no plano que teño unha habitación superposta a outra pero que a marrón oculta á azul, está o genotipo e vai ser así. Está no plano. O que estou dicindo é algo que estaba no plano e despois non sale.</i>
59	Carmelo		<i>Que os ollos aunque sexa unha pa color azul e outra pa color marrón teñan os ollos doutro color</i>
60	Quiroga	17'28''	<i>Por exemplo, por que?</i>
61	Carmelo		<i>Ufff, non sei</i>
62.1	Quiroga	17'35''	<i>Vedes, é un exemplo claro que está claro que sabedes definir un concepto pero non o entendedes. Porque hasta que me saibades dar un exemplo de esto é que non está interiorizado o concepto. Non é o mesmo memorizar que entender.</i>
62.2		17'54''	<i>Vou a dar outro exemplo que non é o mundo da bioloxía. Eu teño aquí unha partitura que sei tocar, empezo a interpretar e sona. Cual é o genotipo e cual o fenotipo?</i>
63	Alumna	18'09''	<i>O genotipo é a partitura</i>
64	Quiroga		<i>Si, as notas. É dicir, sería o ADN. E o fenotipo?</i>
65	Estrela	18'15''	<i>Todo o que escoitamos</i>
66	Quiroga	18'21''	<i>Sempre vai a ser igual? E dicir, tocado por moitos vai soar sempre igual?</i>
67	Alumnos		<i>No</i>
68	Quiroga	18'26''	<i>É dicir o fenotipo pode ser diferente cos mesmos genes. Por que? Que pode ocorrer aí?</i>

69	Alumna	18'37''	<i>Cada un toca coma a el lle gusta</i>
70	Quiroga	18'43''	<i>E máis cousas ao redor del non?</i> <i>Volvemos con esto a ver se no mundo da bioloxía hai algunha diferenza entre xenotipo e fenotipo.</i>
		19'03''	<i>Seguramente que alguén o ten na cabeza pero moita xente quere estar calado</i>
71	Alumna	19'25''	<i>Ti podes ter o xenotipo dun color, pero por exemplo ti os ollos podes cambialos se lles pos lentillas de color. Aparentemente non tes por iso distintos xenes</i>
72	Quiroga	19'35''	<i>Vale, a min váleme. Vale, e eso que é? Eso que fixeches tu?</i> <i>Non son os genes, que é? Como se chama a todo iso que hai arrededor que pode influir?</i>
73	Carmelo	19'52''	<i>O medio</i>
74	Quiroga		<i>O medio? E a segunda palabra que sempre leva?</i>
75	Alumnos		<i>Ambiente</i>
76	Quiroga	19'58''	<i>É dicir, o medio ambiente é o que vai a determinar cómo se expresa o xenotipo.</i> <i>Os vou a poñer un exemplo: teño aquí semillas dunhas plantas duns girasoles gigantes que teñen genes para eses girasoles y é mentira non poden crecer e midan 8 metros de altura. Bueno, é mentira non poden crecer 8 metros de altura porque non teñen tejidos vasculares para sujetarlos pero bueno, a veces hay que imaginar. As plantas nesta aula, que vai a pasar?</i>
77	Alumnos	20'28''	<i>Que non crecen</i>
78	Quiroga		<i>Que non van a crecer 8 metros de ningunha maneira, por que?</i>
79	Alumnos	20'32''	<i>Por el ambiente</i>
80	Quiroga	20'43''	<i>Porque o ambiente llo impide. De acordo? Polo tanto, genotipo son os genes que están no núcleo e o fenotipo e que vai a ocorrer cando eso se exprese nun ambiente concreto. Por exemplo? A ver, un exemplo máis, de plantas, de animais ou de persoas.</i>
81	Amaia	20'51''	<i>Pois alguien que está preparado para ter unha musculatura determinada. Si por ejemplo, nace en un país subdesarrollado?</i>
82	Quiroga	21'02''	<i>Que non hai para comer</i>

83	Amaia		<i>Non vai a desenvolver a musculatura</i>
84	Quiroga		<i>Ben, outro como exemplo. O ambiente, que se traduce neste caso nunha falta de alimentación lle impide desenvolver a cantidade de proteínas que os seus genes tiñan previsto. Válido, outro?, o último? Algún que non sexa de humanos</i>
85	Ernesto	21'22''	<i>Unha planta que se da e aquí e ponla no polo norte e non se da. Eso pode ser</i>
86	Quiroga		<i>E non ten nada que ver co genotipo, ou si?</i>
87	Ernesto		<i>Si que ten que ver.</i>
88	Quiroga	21'30''	<i>Por que?</i>
89	Ernesto		<i>Porque é unha condición do medio e non pode crecer</i>
90.1	Quiroga	21'35''	<i>Os seus genes, bueno si. É dicir, os seus genes están preparados para que a planta se desenvolva e neste ambiente non é posible. É dicir, o genotipo desa planta é que ten que desenvolver, que ten que crecer e ese genotipo non se pode expresar.</i>
90.2		21'51''	<i>Vale, pues vamos cos alelos. A ver, alguén de bioloxía que me diga que es un alelo?</i>
91	Amaia		<i>Son as partes que ten un xene</i>
92	Quiroga	21'56''	<i>Bueno, vamos a ver. Cada característica biolóxica, decirme unha característica biolóxica, ti que me dixeches unha</i>
93	Rula		<i>Color dos ollos</i>
94	Quiroga	22'30''	<i>Color dos ollos, color do pelo, ter ou non ter unha enfermidade, está determinada por un ou varios xenes e un xen se nomea cunha letra. Cantos xenes temos para un carácter como por exemplo o cor dos ollos?</i>
95	Amaia e outros	22'43''	<i>Dous</i>
96	Quiroga		<i>[debuxa os alelos na pizarra] Este ten AA e este Aa pero van a formar unhas células especiais que só ten un xene. Como se chaman esas células especiais? [escribe no encerado os alelos para cor de ollos]</i>
97	Alumno	23'11''	<i>Alelos</i>
98	Quiroga		<i>Non. Como se chaman estas células que producen cada un destes que en vez de levar dous alelos para</i>

			<i>cada gen levan sólo un?</i>
99	Estrela	23'21''	<i>Gametos</i>
100	Quiroga		<i>Gametos, moi ben. Por que creedes que solo leva un? Para que levan un solo?</i>
101	Amaia	23'36''	<i>Para xuntarse</i>
102.1	Quiroga	23'42''	<i>Porque ao xuntarse vai a volver a ter dous. Porque se non que problema habería en cada generación? Cuatro. É dicir, nos temos que ter para o cor dos ollos dous alelos. Un do pai e un da nai. [representa na pizarra dixital o xenotipo resultante para cor de ollos na fecundación do zigoto].</i>
102.2		24'08''	<i>Bueno, cada un dos genes do pai se chama alelo. É dicir, unha característica biolóxica como por exemplo ter ou non ter fibrosis quística se expresa por dous genes que se chaman alelos e proceden un do pai e outro da nai. Bueno, con isto podedes xa definir o que é homocigoto e heterocigoto.</i>
102.3		24'55''	<i>Que é homocigoto e heterocigoto? E antes recordade que vois vai a axudar si sabedes o que significan as terminacións. Hetero significa?</i>
103	Alumnos	25'12''	<i>Varios</i>
104	Quiroga		<i>No</i>
105	Alumnos		<i>Diferentes</i>
106	Quiroga		<i>Homo?</i>
107	Alumnos		<i>Iguais</i>
108	Quiroga	25'20''	<i>El mismo. Eso ten que ver con alelos, por tanto, case vos sae a definición. Que será un individuo homocigoto para un gen?</i>
108	Alumnos	25'25''	<i>Que ten os mismos alelos</i>
109	Quiroga		<i>Que ten os alelos iguales, moi ben. Y heterocigoto para un gen?</i>
110	Alumnos	25'32''	<i>Diferentes.</i>
111.1	Quiroga	25'53''	<i>Y aquí está o problema. [representa na pizarra as distintas combinacións de alelos dun xene "A" e pregunta cales son homocigotos e heterocigotos. Os alumnos responden todos ben]</i>

111.2		26'28''	<i>Ocorre que moitas veces como neste caso o gen grande "A" determina o color escuro e "a" o color claro. Un gen é dominante cuando sólo aunque haya un de ese alelo xa vai a determinar que o color sexa o que el dice. Bueno o que el dice, o que el expresa.</i>
		26'56''	<i>Entendemos? Polo tanto, este genotipo (Aa) que fenotipo dará?</i>
112	Alumnos		<i>Oscuro</i>
113	Quiroga		<i>Por que?</i>
114	Ernesto	27'08''	<i>Porque ten un A grande</i>
115	Alumnos		<i>[Os alumnos dicen en alto o fenotipo de cada unha das combinacións de alelos que o profesor representou na pizarra. Fan todo correcto]</i>
116	Quiroga	27'30''	<i>Un home de ollos escuros se casa ou se cruza cunha muller de ollos escuros de xenotipo heterocigoto, que fillos puido ter?</i> <i>A ver, alguén que non estudara bioloxía. A ver que gametos forman os pais?</i>
117	Carmelo	28'20''	<i>Se ten maiuscula xa é dominante</i>
118	Carmelo e outros		<i>A grande e a pequena</i>
		28'30''	<i>[Mr. Quiroga forma os gametos e fai os cruces]</i>
119	Quiroga	29'15''	<i>Cal é a probabilidade Carmelo, ti que non estudaches bioloxía, de que teña un fillo con ollos claros?</i>
120	Carmelo	29'22''	<i>Do 25%.</i>
121	Quiroga		<i>Ves como non hai que estudar bioloxía. A veces simplemente hai que razoar</i>
		29'55''	<i>Ben y ahora resulta que esta muller ten ollos escuros pero é homocigota. E o marido ten ollos escuros y é homocigoto. Despois, hai nese piso hai un veciño no primeiro de ollos escuros que é homocigoto e despois hai un que ven a pintar na casa que ten os ollos de color claro.</i>
		30'37''	<i>Pregunta: pode esta muller ter un fillo de ollos claros?</i>
122	Alumnos	30'47''	<i>Si, non</i>
123.1	Quiroga	31'13''	<i>Ben, entendedes agora que explicamos o dos alelos, o concepto de fenotipo e xenotipo? Cual sería o</i>

			<i>ambiente? Outros genes, outras células, o ambiente exterior, un montón de cousas.</i>
123.2		31'35''	<i>Xenotipo?</i>
124	Alumnos		<i>Conxunto de xenes dun organismo</i>
125	Quiroga	32'07''	<i>Fenotipo?</i>
126	Alumnos		<i>Que se manifestan nun ambiente</i>
			[Mr. Quiroga dime se quero preguntarlles algo aos alumnos]
127	Investigadora	32'27''	<i>O fenotipo pensades que é algo que sempre se pode ver?</i>
128	Alumnos	32'39''	<i>Si, bueno, no</i>
129	Investigadora		<i>É algo que se manifesta, pero sempre se pode ver?</i>
130	Alumnos		<i>Non</i>
131	Investigadora	32'50''	<i>Vale, un exemplo</i>
132	Ernesto	33'08''	<i>Un cáncer</i>
133	Alumna	33'20''	<i>A forma de ser de cada uno</i>
134	Quiroga	33'25''	<i>Pero iso si se ve. Non vedes cando o profe ven de boas ou de malas? E tamén os alumnos</i>
135	Alumna		<i>Pero iso nótase, non o podes ver</i>
136	Quiroga	33'39''	<i>Pero a ver, un exemplo dunha característica xenética que non se vexa pero que se podería detectar por algún tipo de mecanismo?</i>
137	Alumna		<i>O sida</i>
138	Quiroga	33'51''	<i>O sida? O sida é unha infección externa. Non ten nada que ver cos xenes</i>
139	Alumno		<i>A capacidade pulmonar</i>
140	Quiroga	34'02''	<i>A capacidade pulmonar pode que está determinada en parte polos genes... Credes que é solo polos genes?</i>
141	Alumnos		<i>Non</i>
142	Quiroga		<i>O ambiente pode influir?</i>
143	Alumnos		<i>Si</i>
144.1	Quiroga	34'10''	<i>Vos o sabedes que facedes deporte. Pode estar influenciada polos genes pero tamén se pode aumentar. Non se ve, pero se pode medir</i> [achega como exemplo os grupos sanguíneos]
144.2		34'49''	<i>Vale e agora os poño unha última cuestión. En</i>

			<i>criminoloxía se estuda moito si determinados caracteres están nos genes ou están no ambiente. Por exemplo, a agresividade, a tendencia ao alcoholismo, a intelixencia emocional e a capacidade de poder relacionarte ben coas persoas ou non. E por exemplo, incluso, a agresión sexual se pode medir.</i>
			<i>A alguén se lle ocorre unha maneira en que poidamos saber si é moi ambiental ou é moi genético unha característica por exemplo do comportamento? Hai unha maneira moi boa que se ten feito y é complicada y é bastante lóxica, por iso os pregunto.</i>
145	Alumno	35'34''	<i>Investigando á xente</i>
146	Quiroga	35'38''	<i>Que xente? Porque aí estás metendo xente de moitos ambientes distintos porque cada un deses violentos naceu dun sitio pero tamén xente de xenes distintos.</i>
		36'01''	<i>É dicir, ten o xenotipo diferente e teñen uns ambientes diferentes e non podes concluír si esas características dependen fundamentalmente da súa infancia ou está nos genes. A alguén se lle ocorre algo? Hai unha maneira e hai experimentos moi bos</i>
147	Carmelo	36'03''	<i>Collendo a dous fillos</i>
148	Quiroga		<i>Tu vas moi ben. Ti podías ser un caso de investigación [este alumno ten dúas irmás que son xemelgas]</i>
149	Carmelo	36'26''	<i>A que te refieres?</i>
150	Quiroga	36'35''	<i>Pensa! É dicir, o que tes que ter claro é que vos fixechedes experimentos. Hai que controlar unha variable e o sea, manter as outras fixas e deixar que a outra varie. É dicir unhas condicións de genotipo y ambiente onde hai unha fija e outra que varia</i>
151	Carmelo		<i>Ahh!! os xemelgos</i>
152	Quiroga	36'49''	<i>Claro! Ti tes dúas hermanas idénticas que teñen os genes exactamente iguais. É dicir, genotipo igual.</i>
153	Carmelo		<i>Pero son exactamente iguais?</i>
154	Quiroga	37'03''	<i>Sí, os gemelos idénticos son clones. Non os gemelos diferentes. Recordade que os gemelos diferentes son dous óvulos con dos espermatozoides e o gemelo idéntico é un óvulo e un espermatozoide que formaron un cigoto único y ese cigoto se dividiu en dos e generou dos individuos. Polo tanto, elas foron un só</i>

			<i>individuo nun momento determinado. Genes iguais, contigo genes diferentes pero ambiente... é moito dicir iguais porque non hai iguais, non é o mesmo o 1º fillo que o 3º que o segundo, pero si valdría para estudar.</i>
			<i>E un caso mellor? O revés? Vamos a intentar manter fiño o genotipo e cambiar o ambiente, como poderíamos facer?</i>
155	Carmelo	37'45''	<i>Separándolos</i>
156	Quiroga		<i>Efectivamente. Hai varios casos no mundo donde gemelos idénticos se separaron al nacer y vivieron en ambientes totalmente distintos e por exemplo ten unha característica que é o gusto pola música que é igual pese a que un ten música alta e outro no.</i>
		38'01''	<i>Que podemos concluir de aí?</i>
157	Carmelo		<i>Que son los genes</i>
158	Quiroga		<i>Que algo de genes hai. Y si en cambio uno es muy violento y otro muy pacífico?</i>
159	Carmelo	38'09''	<i>Pero puede ser azar</i>
160.1	Quiroga		<i>Tamén pode ser azar. Claro o que teríades que coller é moitos máis exemplos de xemelgos que se teñen separado de tal maneira</i>
160.2		39'12''	<i>Por certo, os xenes non é algo metafísico. Que son? Porque cando falamos deles parece que estamos falando do espírito santo . Que son, non é algo que se poida tocar pero existen, donde?</i>
161	Alumnos	39'30''	<i>No núcleo</i>
162	Quiroga		<i>Como é?</i>
163	Alumnos	39'38''	<i>Unha hélice</i>
164	Quiroga		<i>Efectivamente, como se chama?</i>
165	Alumnos	39'53''	<i>ADN. Se vai a transcribir nunha proteína e a proteína podemos pensar que son como ladrillos que vai construír o fenotipo</i>
166	Quiroga	40'12''	<i>Quen descubriu a estrutura do ADN? Por cristalografía da raios X. Foron dous. Unha pista: o primeiro.... Watson e Crick. Mendel falou de que había uns factores</i>

Transcripción Sesión 1, instituto 'Vila'

Sesión 1: "Introducción de conceptos de xenética"

Profesor: Val

Duración: 50 minutos

Turno	Nome	Tempo	Transcripción
1	Val	7' 32"	<i>Hoxe o que vamos a facer é explicar unha serie de conceptos básicos porque se non sabemos iso non vamos a saber facer unha serie de actividades, non? Logo vamos a facer unha serie de actividades nas que vades que vades ser máis activos.</i> [O profesor pon o power point]
		8'39"	<i>Bueno, moitas das cousas que imos a ver ao principio sobre todo son cousas que xa tedes que saber porque xa as vimos en temas anteriores, pero logo ao final vai a ver cousas novas.</i> [O profesor explica conceptos de xenética usando o power point]
2			<i>Felisa, unha persoa é homocigota para todos os seus xenes ou heterocigota para todos os xenes? Ti que cres?</i>
3	Felisa		<i>Non</i>
4	Val		<i>No, temos miles de xenes e para uns somos homocigotos para outros somos heterocigotos eh? e cada persoa é como é. E que un sexa homocigoto non quere dicir que os demais o sexan, haberá toda unha variedade.</i>
5			<i>Bueno, fenotipo Irma, que é isto do fenotipo? Tes algunha idea do que pode ser? Vendo a palabra phainem que significa mostrar, o que se observa, o que se ve, o que é mostrable [mostra unha diapositiva con 3 imaxes: cor de ollos, rato]</i>
6			<i>Entón que será fenotipo? Este termo nunca os saíu seguramente eh?</i> <i>É o que se ve, é dicir características dun organismo observables eh? Unha definición podería ser esta: O fenotipo é o que se ve, son as características dun organismo observable. É calquera característica observable nun organismo, o sea, a súa forma, morfoloxía, etc. Tamén propiedades químicas y fisiolóxicas dese individuo. Incluso propiedades do seu comportamento tamén serían</i>

		<i>fenotípicas</i>
7		<p><i>Por exemplo unha cousa que se pode ver, esa muller de ollos verdes [diapositiva], non? Pois esta é de fenotipo verde para o cor de ollos diríamos eh?</i></p> <p><i>O sea característica que se ve, observable ou hai unha mutación dun rato que se chama mutación balsador e que a efectos do sistema nervioso o rato en vez de andar en liña recta se pon a dar voltas, sería un fenotipo de comportamento digamos eh? Este rato ten o fenotipo balsador e se pon aí a andar en círculos porque ten aí algo no sistema nervioso que o causa unha mutación [diapositiva].</i></p> <p><i>E tamén pode ser cousas bioquímicas, por exemplo os que teñen intolerancia á lactosa eso é porque non producen suficiente enzima lactasa que rompería a molécula de lactosa e entón non son capaces de dixerir a lactosa.</i></p>
8		<p><i>Irea! E se non son capaces de dixerir a lactosa que pasa? Iso causalles unha serie de trastornos non? Pois é unha enfermidade a intolerancia a lactosa eh? E na maior parte dos casos se debe a factores xenéticos pero tamén pode ser por factores non xenéticos!</i></p> <p>[chama a atención de Irea para que atenda]</p>
9		<i>O fenotipo non é sempre unha cousa que se ve a simple vista sempre, é algo que se pode detectar das máis diversas formas (...) [continúa dando exemplos: cor de pelo, sabor de feniltiocarbamida, grupos sanguíneos]</i>
10		<i>Moi importante isto: non se herda necesariamente o fenotipo de pais a fillos. Pode ser que si e de feito o normal é que os fillos se parezcan aos pais fenotipicamente (...) [da un exemplo: a herdanza da cor do pelo nos ratos]</i>
11		<i>Hugo, entendes esto?, hérdase o fenotipo ou non?</i>
12	Hugo	<i>Non</i>
13	Val	<i>Non necesariamente, as veces si, eh? Bueno pois si son os dous heterocigotos [fala da pelaxe dos ratos] e cando pode producirse esto</i>
14	14'31''	<i>Vamos a ver agora polo contrario o xenotipo. “Que é o xenotipo?, pois son os xenes que temos nos nosos cromosomas, os xenes e os alelos que temos, eso é o xenotipo. Non é as características que se ven. E isto si que</i>

se herda de pais a fillos! Non? Porque os xenes si que pasan de pais a fillos. O xenotipo hérdase!”

- 15 Val 14'53'' Supoñeros un cruce entre dous persoas. Este é o pai e esta é a nai. Este para este xen en concreto ten os alelos b mayúscula, b minúscula, e a nai é igual. Van a formar gametos que son haploides, entón non poden levar os dous cromosomas homólogos, levarán solo un. De maneira que vai a formar un gameto con b mayúscula e outro con b minúscula.
- Non pode formar das dúas clases porque se colles dun cromosoma, podes coller este e podes coller este. De feito hai un 50% de posibilidades de cada clase. No seme desta persoa, sería un home por exemplo, pois haberá espermatozoides b mayúscula, o 50%; e b minúscula o 50%. Hai dos dous. E o mesmo esta muller, que formará ovulos e ovulará e as veces formará óvulos con B maiscula e óvulos con b minúscula, e eso o levan os cromosomas. E estos cromosomas pasan aos fillos. Pois entón os fillos teñen un do pai e outro da nai. Si se fecunda este con este se orixina un fillo BB. Estamos? Entón pasaron os cromosomas do pai e da nai, polo menos a metade deles pasan aos fillos.
- 16'07'' Bueno esto en realidade era o dos ratos de antes. O sea os xenes, xenotipo; as cousas detectables fenotipo. Seguimos...
- 16 16'10'' Por exemplo, vamos a poñer un exemplo dunha mosca que se chama Drossophila, que se usa moito en xenética. O xene para o tamaño das ás. Este xene ten dous alelos, é dicir, dúas variantes dese xene. O alelo a mayúscula orixina ás grandes e o alelo a minúscula ás pequenas. Eh? Bueno, ¿qué fenotipo nos aparece? Que é o que se ve? Pois nos aparecen dous tipos de moscas, unhas con as ás grandes e outras con as ás pequenas. Esos son os fenotipos, as ás grandes ou pequenas.
- Esta á [mostra unha diapositiva de Drosssophila] só pode manterse así no laboratorio porque en realidade morrería. Eh? Pero como es un mutante muy valioso o manteñen vivo no laboratorio, e vive. Este [mostra outra foto] ten as ás vestixiais. Este é unha mosca normal e é unha variante de [...]
- Bueno, que xenotipos pode ter? Pois hai varias opcóns. Pode ter o alelo Aa, que sería un heterocigoto; pode ter os dous A mayúsculas, que sería un homocigoto; ou os dous a
-

			minúscula. Outro homocigoto. Entón vemos que hai tres opcións para as moscas de ter xenotipos Aa, AA ou aa. E fenotipo solo hai dous; ás grandes e ás pequenas.
17		18'33''	<p><i>Bueno, vamos a ver máis cousas.</i></p> <p>[Val mostra dúas fotos do político Aznar antes e despois dun período de adestramento físico]</p> <p><i>Vamos a ver, credes que cambiaron os xenes deste individuo antes e despois?</i></p>
18	Alumnos		<i>Non!</i>
19	Val	19'08''	<p><i>Non! O seu xenotipo non cambiou pero o seu aspecto, o fenotipo si.</i></p> <p><i>Entonces, pode cambiar o fenotipo sen que cambie o xenotipo?</i></p>
20	Alumnos		<i>Si [póñense a falar entre eles]</i>
21	Val	19'13''	<p><i>Si, neste caso porque fixo máis ximnasia que antes. Ben, isto serve para introducir o seguinte: O xenotipo, os alelos que levamos, é o que vai a determinar “en principio” o fenotipo. Por exemplo , as moscas según os alelos que leven: A ou a van a ter un tipo de ás ou outro. Entón, eso é o normal, que o xenotipo determine o fenotipo pero hai tamén unha influencia do ambiente, tamén inflúe o ambiente no que vive o individuo. Ese ambiente vai a modelar e as veces vai a cambiar moito o aspecto que ten o individuo.</i></p>
22	Val	20'28''	<p><i>Entonces o xenotipo entón non é o único que inflúe, inflúe tamén o ambiente. Por exemplo, poñamos varios exemplos. Estas son hortensias, estas flores. Bueno, pois as dúas teñen os mesmos xenes. Se as plantas están en chans ácidos, pois terán flores azuis. Pero o seu xenotipo non é que sexa alterado. E esta outra, que ten os mesmos xenes, xenotipo. Se as plantas están en chans neutros ou en chans básicos</i></p>
			<p>Cor das plumas dos flamencos: O xenotipo de todos os flamencos é branco. Unha alimentación rica en crustáceos provoca a pigmetación vermella.</p> <p>O gato siames: a temperatura determina a color da súa pelaxe. A alta temperatura provoca a ausencia de cor pola desactivación dunha enzima responsable da cor negra.</p> <p>Os xemelgos</p> <p>O sexo dos organismos (cocodrilos): a temperatura de</p>

		incubación dos ovos determina o sexo cocodrilos
		O raquitismo: A ausencia de vitamina D xenera o raquitismo
		Altura das plantas: os nutrientes inflúen no seu crecemento
23	Val	<i>A ver vedes outros factores que poden ser influidos polo ambiente? Que factores se os ocorren? Que características se vos ocorren?</i>
24	Gala	<i>Un niño que de pequeno empieza a comer a comer e así, entonces vai a ser gordo</i>
25	Val	<i>Si, podría ser unha opción</i>
26	Bernal	<i>O sol!</i>
27	Val	<i>O sol?</i>
28	Fins	<i>Si, se poden poñer morenos algúns</i>
29	Hugo	<i>A auga</i>
30	Val	<i>Ben, pero hai outros factores que veremos ao longo das actividades que poden ser afectados pola influencia ambiental eh? Vamos a velo ao longo das actividades dos próximos días</i>
31	Gala	<i>Exemplo alumno: O peso</i>
32	Bernal	<i>Exemplo alumno: cor de pel</i>
33	Val	[explica como son os xenotipos dos individuos atendendo ás relacións de dominancia e recesividade dos alelos. Pon como exemplos: pico da viuva, enrolar a lingua, cor de ollos, etc.]
34	Val	<i>Pero se este non o pode ter [enrolar a lingua], que fenotipo vai a ter?</i>
35	Alumnos	<i>Ese!</i>
36	Val	<i>Pero con mayúsculas ou minúsculas?</i>
37	Alumnos	<i>Minúsculas!</i>
38	Val	<i>As dúas minúsculas, ten que ser así. Outro exemplo, a ver, esto se chama pico de viuda e é así o pelo, sobresae así en lugar de ter unha liña recta do pelo. E que nos di aquí, é un carácter dominante ou recesivo? O alelo W é dominante entón os que teñan o alelo van a telo e os que non van a ser así. Entón como son estes? Que xenotipo terán estes?</i>
39	Fanny	<i>rr</i>

40	Val	<i>Bueno aquí e W, si, vale, pero minúscula eh! As dúas minúsculas a diferencia destes outros que polo menos deben ter unha maiscula, con ter unha xa chega porque domina non?</i>
41		<i>A ver, último exemplo, o cor dos ollos. A ver os ollos oscuros son dominantes entón como serán estos de ollos claros? Minúscula e minúscula non? Acordádevos entón que é homocigoto e heterocigoto pero que non sempre hai dominancia entre dos xenes, hai veces que hai unha herencia intermedia.</i>
42		<i>Por exemplo, estas flores que se chaman dondiego poden ter frores brancas ou frores vermellas pero tamén poden ter frores roxas! Que son intermedias entre as dúas. [...]</i>
43		<i>A ver, quedovos claro o de homocigoto e heterocigoto? Cando teñen alelos iguais como se chaman?</i>
44	Héctor	<i>Homocigoto no?</i>
45	Val	<i>Claro, homo significa o mesmo. E cando ten alelos distintos?</i>
46	Alumnos	<i>Heterocigoto</i>
47	Val	<i>E se un alelo domina sobre outro vai a haber un alelo dominante e un alelo recesivo e no heterocigoto solo se vai a manifestar o fenotipo dominante! O fenotipo recesivo solo pode aparecer no xenotipo minúscula minúscula estamos? E eu creo que é suficiente para facer as actividades eh?</i>
48	Investig	<i>Alguén podería explicar entón cal é a diferencia entre xenotipo e fenotipo?</i>
49	Fanny	<i>O fenotipo é o que se pode ver a simple vista</i>
50	Gala	<i>E pode cambiarse o fenotipo e o xenotipo no!</i>
51	Investig	<i>Por exemplo? Se vos ocorre algún exemplo?</i>
52	Gala e outros	<i>A cor do pelo</i>
53	Irma	<i>O corpo</i>
54	Investig	<i>A ver que é o que inflúe no fenotipo?</i>
55	Alumnas	<i>O ambiente</i>
56	Investig	<i>A alguén se lle ocorre outro exemplo distinto?</i>
57	Gala	<i>El flameco, as flores</i>
58	Investig	<i>Xa pero digo distinto dos explicados</i>
59	Gonzalo	<i>O das moscas</i>

60	Val	<i>Non a ver e para que teñades claro que estes días imos facer unhas actividades relacionadas con todos estes contidos e onde vai a ser importante ter claro a diferenza entre fenotipo e xenotipo e todos estes conceptos que saíron hoxe</i>
61		<i>Lembrede que o fenotipo non sempre se ve senón que se pode detectar as veces</i>

Transcripciones actividade "Watson e a intelixencia" EP, instituto 'Sarela', Grupo S

Transcripción grupo S: Suso, Silvio, Samuel, Sixto

Turno	Nome	Transcripción	Comentario
1	Samuel	<i>A ver!, ¿cual hacemos la 1ª o la 2ª?</i>	Item 5
2	Suso	<i>Yo creo que no lleva razón.</i>	
3	Samuel	<i>Ya.</i>	
4	Suso	<i>No lo que yo creo es que en el test, la pregunta esta que decía que..... era un problema de la nutrición. Yo creo que es la causa esa. La desnutrición infantil cuando son pequeños..., para desarrollar toda la inteligencia que puedan necesitan comer.</i>	
5	Samuel	<i>Eso puede ser.</i>	
6	Alumno S	<i>Comer</i>	
7	Suso	<i>Un blanco desnutrido también sería... Intentar hacer una norma. Todos esos son más que todos esos...</i>	
8	Samuel	<i>Además, solo por el color de la piel!</i>	
9	Suso	<i>Bueno, pero las condiciones de vida son diferentes...</i>	
10	Samuel	<i>El tío es un premio Nobel, algo de esto tiene que saber.</i>	
11	Suso	<i>La gran prueba es lo de...</i>	
12	Samuel	<i>A un blanco desnutrido.</i>	
13	Sixto	<i>Los negros aguantan más sin comer y beber... Es verdad, eh!</i>	
14	Samuel	<i>Pero si desde que nace a un blanco y a un negro los tratas igual ...Además, en Africa los negros tienen que ir corriendo. En Suiza no tienen que ir corriendo para ir al colegio</i>	Non escoita
15	Samuel	<i>Aquí te pregunta: ¿qué datos serían necesarios para probar que no la tiene?</i>	
16	Suso	<i>Yo creo que lo de la desnutrición [...] La desnutrición no es de los genes. La primera generación es desnutrida, la segunda..., va pasando...</i>	
17	Samuel	<i>Ya...Claro.</i>	
18	Sixto	<i>No tiene que ver con la información genética, ¿no? Capacidades que pueden desarrollar, la</i>	

19	Suso	<i>No tiene nada que ver. Lo que dimos en Biología, que el ADN está en el núcleo de las células. Eso no tendría porque...</i>	Non se escoita
20	Samuel	<i>No tendría porque alterar eso.</i>	
21	Suso	<i>La falta de alimento...</i>	
22	Suso	<i>A igualdad de condiciones, yo creo que...</i>	Non se escoita
23	Samuel	<i>Los negros y los blancos serían iguales.</i>	
24	Suso	<i>Unos más y otros menos, pero vamos...</i>	
25	Samuel	<i>Como cualquier persona. Nadie es igual.</i>	
26	Suso	<i>Lo que estamos haciendo es simplemente una comparación de una persona, de personas que tienen... como elementos a su favor y otros que tienen elementos en contra.</i>	
27	Sixto	<i>Dice que en 10 años se encontrarán proporciones...</i>	
28	Suso	<i>Ya, suponte que lo diría él.</i>	
29	Alumno S	<i>Claro, eso lo dice James Watson.</i>	
30	Samuel	<i>No ya! Ostia, este señor no es tonto.</i>	
31	Suso	<i>Hombre!, premio Nobel...</i>	
32	Samuel	<i>Claro, es que no podemos olvidar eso. Algo ha de saber! Si dice eso!</i>	
33	Sixto	<i>¿Cuántos años tiene?</i>	Non se escoita
34	Suso	<i>62</i>	
35	Sixto	<i>No 72 cumple de Nobel.</i>	
36	Samuel	<i>Pero mira lo pudo tener a los 30 años el Nobel, más 40, 70 años! Bah!, con 70 años, tío! Además si esta teoría salió a la luz...O sea, todo el mundo lo conoce. Será porque algo podrá tener!</i>	
37	Suso	<i>Tú un nobel lo tienes a los 50- 60.</i>	
38	Alumno S	<i>No pero hay veces que...</i>	
39	Samuel	<i>Sí, y que va a tener 100 años este?</i>	
40		<i>Hombre un poco más mayor será!</i>	
41	Samuel	<i>Depende si es el Nobel a los deportes o a la literatura. Puedes tener...No, a ver!, jolín! Es que pregunta qué datos!, no si o creemos o non que son más o menos inteligentes! Pregunta qué datos.</i>	
42	Suso	<i>Un estudio acerca de la desnutrición</i>	
43	Samuel	<i>Que pongan a todo el mundo en un aula...</i>	Non se escoita
44	Suso	<i>Hombre! No se trataría de desnutrir a los blancos.</i>	
45	Samuel	<i>Claro! Al contrario, a los negros.</i>	
46	Suso	<i>La culpa la tenemos los países desarrollados.</i>	
47	Samuel	<i>Tú no tienes culpa de que no puedas desenvolver</i>	

		<i>a tu cerebro... Son las malas conciones de vida en general.</i>	
48	Suso	<i>La educación y todo eso... Muchos atletas de Estados Unidos...ganan y ganan y ganan y ..</i>	
49	Samuel	<i>Hombre!, ya!,el atletismo. Para correr no hay que ser muy inteligente. O sea, eso da un poco igual.</i>	
50	Sixto	<i>Pero aquí se supone que tenemos que hablar de inteligencia.</i>	
51	Suso	<i>Claro, tenemos que hablar de inteligencia y no de la capacidad física.</i>	
			Non se escoita
52	Suso	<i>Pues yo todo lo que quería decir ya lo dije. A mi lo único que se me ocurre es lo de la desnutrición.</i>	12m36s
53	Samuel	<i>Ya.</i>	
54	Suso	<i>La de los gatos... Eso no tiene nada que ver. Que si algo no se usa luego no se puede usar, está claro. Pero yo no creo que sea problema de no ser...</i>	
55	Samuel	<i>A lo mejor influye!</i>	

Transcripción grupo T: Trini, Tula, Talía, Teresa

Turno	Actor	Intervención	Comentario
1	Tula	<i>¿Qué pregunta elegimos para hacer? ¿Tú crees que lleva razón?, ¿tú crees que lleva razón?, Trini!, ¿tú crees que lleva razón?</i>	
2	Talía	<i>Yo creo que no.</i>	
3	Tula	<i>O sea que estamos empatadas.</i>	
4	Talía	<i>Yo digo que no lleva razón</i>	
5	Tula	<i>¿Por qué?</i>	
6	Talía	<i>Porque a ver..., hombre!...</i>	
7	Tula	<i>Porque imagínate, tú juntas a un negro y a un blanco con la misma educación y a lo mejor el negro es más inteligente que el blanco.</i>	
8	Teresa	<i>Sí!, pero depende!</i>	
9	Alumno T	<i>Pero por causas evolutivas creo que es verdad.</i>	
10	Talía	<i>Lo único que les diferencia a los negros y a los blancos es el color. Es una razón física.</i>	
11	Trini	<i>Es verdad!</i>	
12	Teresa	<i>El color viene por un gen.</i>	
13	Tula	<i>A ver!, a mí esto me parece racista.</i>	
14	Teresa	<i>Eso no es verdad!!, es un científico!</i>	
15	Alumna T	<i>Claro.</i>	
16	Tula	<i>A ver!, que pasa?!, ¿porque sean negros tienen que ser menos inteligentes?</i>	
17	Teresa	<i>No!</i>	
18	Alumna T	<i>A lo mejor resulta que los blancos son menos inteligentes!</i>	
19	Alumna T	<i>Claro!</i>	
20	Alumna T	<i>Y tú que sabes!</i>	
21	Teresa	<i>Que no!!!! Me quieres escuchar!!!, que no es racista!. Si hay tantos científicos que aprueben que hay un gen que...</i>	
6M34s			
22	Talía	<i>¿Qué datos sería necesario para probar que no tiene razón?.</i>	
23	Tula	<i>Joder!, pues analizar los genes y demostrar que despues del análisis...</i>	
24	Talía	<i>Oye!, oye!, oye!!! Eh!, mira!, yo creo que tendríamos que poner a un negro y a un blanco juntos, con la misma educación, con la misma comida y todo eso...y se demostraría!</i>	
25	Alumna T	<i>[...] pero lo que dijo JW no es verdad!!</i>	
26	Teresa	<i>Pero que independientemente de eso ya hay causas evolutivas que no pueden cambiar eso de</i>	

27	Tula	<i>un día para otro</i> <i>Sí!, porque puede haber un gen que... No entiendes.</i>	
38	Teresa	<i>Hay un gen, te dice que hay un gen y si hay genes hay que demostrarlo!</i>	
29	Tula	<i>Aquí pone que tendrá que descubrirse dentro de 10 años.</i>	
30	Talía	<i>A ver!!!!Yo digo que los blancos y los negros tienen la misma capacidad intelectual que todo el mundo.</i>	
31		<i>Yo creo que sí, que eso es verdad!</i>	
32	Teresa	<i>Realmente yo creo que habría que analizar los genes, ¡y no dentro de 10 años!, dentro de menos!. Habría que analizar los genes y demostrarlo!</i>	
33		<i>Ahí está!!!</i>	
34	Tula	<i>A ver!!, aquí te dice que dentro de 10 años...</i>	
35	Teresa	<i>Me vas a decir que los negros llevan la misma evolución que los blancos!, no!! Pueden tener los mismos genes pero menos desarrollados.</i>	
36	Tula	<i>Ya!, ya!! Pero es que un negro que se cría así, en un país non desarrollado no tiene las mismas capacidades que un blanco!</i>	
37	Teresa	<i>Bueno, da igual.</i>	
38	Tula	<i>Vamos a ver!!, ¿lleva razón si o no?</i>	8M53s
39	Teresa	<i>Sí lleva razón!</i>	
40	Trini	<i>Podría llevarla!</i>	
41	Tula	<i>Exacto! Podría llevarla y podría no llevar razón.</i>	
42	Teresa	<i>Los niños negros de Estados Unidos van a la escuela exactamente igual que los blancos y puede ser que les crezca más...Pero no quiere decir que todos los negros sean tontos y que no puede haber gente que triunfe y que sea negra y ningún científico que sea negro. Lo que pasa es que dice que hay en general un gen...</i>	
43	Tula	<i>¿Y dónde está ese gen?</i>	
44	Teresa	<i>Y yo que sé!!!!, lo dice este señor que dice que lo va a encontrar!!!</i>	
45	Tula	<i>Este señor dice que dentro de 10 años!, ¿y por qué dentro de 10 años y no ahora?</i>	
46	Teresa	<i>Porque la ciencia evolucionará!</i>	
47	Trini	<i>Eh, eh!, este señor lo dijo hace mucho tiempo, en 1962!</i>	
48	Teresa	<i>Ah! Bueno, entonces...</i>	
49	Trini	<i>Que no!, que no!!, Premio Nobel este año, pero luego lo dijo!</i>	

50	Teresa	<i>Ah!, bueno.</i>
51	Tula	<i>Ah!!!, entonces si le dieron el Premio Nobel, ¿quiere decir que lleva razón??</i>
52	Alumno T	<i>No tiene porque.</i>
53	Tula	<i>Y luego!, que le van a dar el Premio Nobel por mentir?</i>
54	Tula	<i>Bueno, a ver chicas vamos a hablar. A ver!!, mira vamos a grabar ahora cada una nuestras opiniones. Graba Talía. Talía!</i>
55	Talía	<i>A ver..., yo creo que los negros y los blancos tienen la misma capacidad intelectual. [...] porque por ejemplo, hay muchos negros que viven en Africa, porque mayoritariamente viven en Africa y no tienen mejores condiciones de..., bueno! No van al colegio muchos, etc. Yo creo que hay muchos famosos que son negros y que son listos. No tiene nada que ver yo creo!</i>
56	Tula	<i>A ver ahora la opinión de Teresa.</i>
57	Teresa	<i>Vale! y ahora es mi opinión! ¿Os creéis que por ser famosos tienen que ser listos?</i>
58	Talía	<i>Que no!. El famosos..., digo famoso político.</i>
59	Teresa	<i>Sí!!! y ¿cuántos políticos negros conoces?!!</i>
60	Tula	<i>Bueno!, eso no tiene nada que ver!</i>
61	Teresa	<i>O sea, a ver, yo digo que tenemos la misma capacidad y ya esta!</i>
62	Tula	<i>¿Tú tienes algo que lo pueda demostrar?</i>
63	Teresa	<i>Yo creo que..., Tula los genes no es una cosa que se pueda decir, mira un gen!!!, ¿no?.</i>
64	Talía	<i>Yo creo que el color no tiene nada que ver con la capacidad intelectual.</i>
65	Tula	<i>Vale!, ahí esta!!!</i>
66	Alumna T	<i>Pues sí!!, porque no es sólo el color de la piel solamente!</i>
67	Tula	<i>Los negros no viven en Africa pero son originarios de allí!</i>

13M25S

Transcripción grupo U: Ubaldo, Ulises, Uxío, Urbano

Turno	Nome	Transcripción	Comentario
1	Ulises	<i>La segunda, la segunda.</i>	2M35s
2	Uxío	<i>Por los datos estos de que...</i>	
3	Ulises	<i>No. La segunda.</i>	
4	Ubaldo	<i>La primera no.</i>	
5	Uxío	<i>Ah!, no!, no!! La primera, la primera. No, no, yo estoy de acuerdo con la primera.</i>	Non se escoita
6	Ulises	<i>No y yo!</i>	
7	Uxío	<i>La primera es nuestro criterio. Pero yo creo que lo del color no se debe a la inteligencia. Yo creo que es por la melanina, que e eso de ponerse moreno. Entonces es por la evolución. Bueno, 2, 3, 1!! Empieza el debate! Ta, ta, ta!! tiri! tiri!!</i>	
8	Ulises	<i>Ta, ta!, ta!!</i>	
9	Uxío	<i>A ver!, ¿tú que crees?. A ver, ¿tú qué pruebas crearías que habría que demostrar?.</i>	
10	Ulises	<i>Que si lleva razón podríamos demostrarlo, dado que el otro día nos dieron un papel en el que decía que por... el cerebro se veía influenciado y que si en los países subdesarrollados hay negros y si los negros tiene una en los países subdesarrollados, a eso se deberá.</i>	
11	Uxío	<i>No, pero como estamos hablando de la ... y no ...</i>	
12	Ulises	<i>Y entonces el cerebro gasta menos.</i>	
13	Uxío	<i>Pero eso no es culpa de que sean negros.</i>	
14	Ubaldo	<i>Además no creo que todos ... sean negros.</i>	
15	Ulises	<i>No, pero despues lo desmintió.</i>	4M30s
16	Ubaldo	<i>Pero la pregunta es: ¿consiguió demostrar esto?</i>	
17	Uxío	<i>No, no...Pero yo creo que lo único que influye que sean blanco o negro es la melanina.</i>	
18	Ulises	<i>Sí!!</i>	
19	Uxío	<i>No, a ver! Ecuador son más claros.</i>	5M53s
20	Ulises	<i>Y los albinos también. Albinos también ...</i>	
21	Ubaldo	<i>.....un componente genético son...</i>	
22	Uxío	<i>Yo creo que no lleva razón.</i>	
23	Ulises	<i>No tiene ninguna prueba.</i>	
24	Uxío	<i>No tienen ninguna prueba. Aparte la prueba de la melanina es crucial.</i>	
25	Ulises	<i>Es crucial.</i>	
26	Uxío	<i>Porque hay menos negros...</i>	

27	Uxío	<i>No pero es por la melanina, porque la melanina hace que cambie el color. Por ejemplo, cuando miras al sol te pones moreno. Entonces al pasar los años la evolución, entonces hicieron que cambiara el color de la piel, pero todos tenemos un antepasado común.</i>
28	Ubaldo	<i>Según nos dijo el profesor...</i>
29	Ulises	<i>...tiririri!!!</i>
30	Ubaldo	<i>Si te nutres bien tendrás el cerebro más grande, creo.</i>
31	Ulises	<i>Y más inteligente!.Es cierto.</i>
32	Ubaldo	<i>Profe!</i>
33	Ulises	<i>Eres más inteligente. A ver, a un negro branco e un negro negro..</i>
34	Uxío	<i>No, no es su culpa.</i>
35	Ulises	<i>Un tío branco e un tío negro tendo a mesma alimentación e cos mesmos pais</i>
36	Uxío	<i>A ver, esto no es sobre alimentación. Esto es una tesis doctoral, esto es una tesis para sacarse un doctorado,va a trabajar sobre lo que estamos diciendo.</i>
37	Ulises	<i>Que guay, somos ricos!</i>
38	Ubaldo	<i>Va, va a dar un certificado de subnormalidad a toda la clase.</i>
39	Uxío	<i>A ver, no, pero en serio..</i>
40	Ubaldo	<i>Estamos diciendo cada tontería!</i>
41	Uxío	<i>A ver, no!, pero esto es sobre la melanina.</i>
42	Ulises	<i>Una persona blanca y una persona negra con los mismos padres...</i>
43	Ubaldo	<i>Si!, como si eso fuera posible!</i>
44	Ulises	<i>Comparemos a dos personas blancas</i>
45	Ubaldo	<i>Una que come menos y otra que come...</i>
46	Ulises	<i>Por ejemplo, Ronaldinho y el Canario.</i>
47	Uxío	<i>A ver Ulises, deja de decir...</i>
48	Ulises	<i>...una que come menos y otra que come mucho más.</i>
49	Ubaldo	<i>La diferencia es que uno estará más delgado y otro mucho más gordo. El problema es..., como fue la..., vamos, si estudia o no estudia.</i>
50	Ulises	<i>Qué bonito! Ubaldo y su inteligencia!</i>
51	Urbano	<i>¿Vosotros sois responsables de la palabras anteriores? Comencemos de nuevo.</i>
52	Uxío	<i>Vale, a ver, ¿qué datos serían necesarios para probar que JW non leva razón? Eu creo que unha proba decisiva sería de probar o nivel de melanina, xa que esta sustancia parte está contida</i>

		<i>nos xenes e outra parte non, pero.... debido a que está moito o sol e coa evolución...</i>
53	Ubaldo	<i>Pero estamos hablando de por qué son tontos, non de porque son negros.</i>
54	Uxío	<i>Non, non son tontos porque a melanina o único que fixo...O único que son diferentes son na cantidade de melanina que conteñe o corpo, entón...</i>
55	Ubaldo	<i>Non, non estamos falando de si son morenos.</i>
56	Uxío	<i>Non pero JW dixo que as persoas negras son menos intelixentes que as persoas brancas, entón a única diferenza que teñen... Pero a única diferenza que teñen estas persoas son na de melanina que conteñe o corpo, son máis morenas única e exclusivamente. Logo no ámbito de comer ou comer menos, eso non é culpa súa, senon da escasez de recursos.Entón eu non creo que sean máis ou menos.</i>
57	Ubaldo	<i>Pero no estamos hablando de que coman, de que puedan o no puedan comer máis.</i>
58	Uxío	<i>Pero si comen, depende de la cantidad de nutrientes o cerebro desenvólvese máis ou menos. Entón...</i>
59	Ubaldo	<i>Pero tú estas diciendo que somos por así decirlo...,viven en Africa en condiciones adversas.</i>
60	Urbano	<i>Pero no tienen recursos, pero no son ellos! Para mí que no sólo influye la evolución, sino que al vivir en países subdesenvolvidos tienen menos posibilidades que nosotros.</i>
61	Ubaldo	<i>No pueden ir a la escuela.</i>
62	Urbano	<i>No pueden ir a la escuela, no pueden desarrollar...</i>
63	Ubaldo	<i>No saben quiénes son los reyes.Porque tienen una parte importante...</i>
64	Ulises	<i>Ni al ciber!</i>
65	Uxío	<i>Jova!, esto es una cosa seria. A ver!, no!, pero en serio.</i>
66	Ulises	<i>Uxío!, tú pon a un niño negro y a un niño blanco, en el mismo país, con los mismos padres, con los mismos genes.</i>
67	Uxío	<i>Sí. Si son de diferente color no tienen los mismos genes.</i>
68	Ulises	<i>Sólo con diferente color.</i>
69	Ulises	<i>Ya!, pero imagínate que a uno por exemplo le metes melanina artificial o algo así...</i>
70	Ubaldo	<i>También puede ser que una persona negra...</i>
71	Ulises	<i>También podemos pintarlo de negro</i>

72	Urbano	<i>A ver!, es verdad!, no estamos hablando sobre la pregunta. Aquí pone que datos serían necesarios para..</i>
73	Uxío	<i>Polo nivel de melanina contido no corpo.</i>
75		<i>Eso es el color tonto.</i>
76	Ulises	<i>Claro, únicamente, o único que os diferencia non é que sexan brancos e negros senón que...Eu creo que...</i>
77	Ubaldo	<i>Eu penso que para demostrar isto deberíamos, deberíaase...</i>

Transcripción grupo V: Víctor, Vincenzo, Valerio, Violeta

Turno	Nome	Transcripción	Comentario
1	Violeta	<i>A ver!, a ver!!, ¿qué creéis que es esto?. ¿Creeis que lleva razón o que no lleva razón?</i>	
2	Valerio	<i>A ver, ¿quién era el tío este para empezar?</i>	
3	Violeta	<i>Un científico especializado en neurología.</i>	
4	Valerio	<i>Era blanco.</i>	
5	Violeta	<i>A lo mejor era bastante racista consigo mismo. Bueno, no creo, sería blanco!!. Pero a ver, a ver, ¿creeis que puede probar que los negros son menos inteligentes porque hay genes?</i>	
6	Vicenzo	<i>Tendrá que demostrarlo de alguna manera.</i>	
7	Violeta	<i>A ver, en serio.</i>	
8	Valerio	<i>Este tío no lleva razón y punto ala.</i>	
9	Violeta	<i>¿Hay alguno que cree que si puede tener razón, que los negros son menos inteligentes e inferiores por ser negros?</i>	
10	Víctor	<i>¿Y si es verdad?</i>	
11	Vicenzo	<i>Hay negros listos. Hay negros tontos y negros listos, como hay blancos tontos y blancos listos.</i>	
12	Violeta	<i>Ya, es como...</i>	
13	Valerio	<i>Pues el tío este que haga un test de inteligencia a blancos y a negros, a unos cuantos.</i>	
14	Violeta	<i>¿JW fue premio en el 62?</i>	
15	Vicenzo	<i>Ah!,sí!, es Premio Nobel!</i>	
16	Valerio	<i>No se entiende.</i>	
17	Violeta	<i>Joba, pero tendrá algún argumento para decirlo, sí, no?</i>	
18			
19	Violeta	<i>Premio Nobel!. Tendrá que tener algo para pensar eso! A ver! Es premio Nobel no lo dirá así, sin más, ¿no?</i>	
20	Valerio	<i>Porque probablemente sea un racista que quiere demostrar que los blancos son más inteligentes.</i>	
21	Violeta	<i>Pero si no supiera que hay alguna posibilidad de que sea verdad no lo plantearía.</i>	
22	Vicenzo	<i>Algo tendría que saber si dijo eso. Tiene que haber alguna razón de por sí.</i>	
23	Violeta	<i>Ya! Pero luego no fue capaz de demostrarlo, así que!</i>	
24	Vicenzo	<i>Pues entonces no tiene razón porque es como si yo digo una frase ahora y...</i>	
25	Violeta	<i>Pero es que tu no eres Premio Nobel!</i>	
26	Valerio	<i>Pero, ¿fue Premio Nobel hace cuanto tiempo?</i>	

27	Violeta	<i>Hace...hace 40 años, 50 años.</i>
28	Valerio	<i>En EEUU</i>
29	Violeta	<i>Pero, ¿quién te dijo que este era estadounidense?</i>
		<i>Puede ser inglés, holandés.</i>
30	Valerio	<i>Es americano, blanco, probablemente de familia pro Bush.</i>
31	Violeta	<i>Pero que en el 62 no había Bush!</i>
32	Víctor	<i>Bush abuelo</i>
33	Violeta	<i>Yo creo que no Bush padre.</i>
34	Valerio	<i>En fin hasta que no lo demuestra nada, ala adios!</i>
35	Violeta	<i>A ver poneros un poco en la piel de que yo creo que sí puede llegar a demostrarlo.</i>
36	Valerio	<i>Pues eres una peperera!, porque eso no se puede demostrar!. Los negros y los blancos somos iguales.</i>
37	Violeta	<i>Ya es que no creo que porque seas de una raza u otra puedas...</i>
	Valerio	<i>Sólo digo que probablemente si me encuentro a JW por la calle le pego una paliza.</i>
38	Violeta	<i>Pero no sabes ni quién es y aparte con la violencia no arreglas nada.</i>
39	Valerio	<i>Eso lo dices tú.</i>
40	Violeta	<i>No a ver, es que yo creo que no puede demostrarlo, es que no puede, es una barbaridad!</i>
41	Valerio	<i>Los negros no comen, entonces no les crece el cerebro porque son pobres.</i>
42	Violeta	<i>Este tío es un hijo de puta, porque como la mayor parte de los negros habitan en continentes subdesarrollados..., por lo que como están mal nutridos, está demostrado que si estás malnutrido de pequeño no se te desenvuelve el cerebro como debería. Y entonces como estás mal nutrido... Hombre hay algunos negros que son menos inteligentes, pero también hay algunos blancos que son menos inteligentes!</i>
43	Valerio	<i>Resulta que JW, seguramente que JW vivía en una familia mazo rica en Estados Unidos que tendría tres criados negros que no sabrían mucha cosa porque de aquella época los tenían esclavos...</i>
44	Violeta	<i>A ver!, que es Premio Nobel!, no es un cateto de pueblo.</i>
45	Valerio	<i>Por eso! Seguro que tenía mazo de pasta!</i>
46	Víctor	<i>Los que llevan el Premio Nobel tiene pasta.</i>
47	Valerio	<i>Eso significa que el gobierno de Estados Unidos aportó bastante dinero para apoyar esta Teoría. Ahí es cuando entra la pregunta... Por qué el</i>

48	Violeta	<i>gobierno....?</i> <i>A ver!, que no hombre!</i>
49	Valerio	<i>En EEUU son unos racistas de mierda! Eran esclavos!. Las persona que vivieron en EEUU de más de 80 años son racistas. ¿Dónde nació?</i> <i>Si naces en lo Angeles está claro que no puede ser.</i>
50	Violeta	<i>Bueno el caso es que estamos discutiendo...</i>
51	Valerio	<i>No hay nada que discutir!!</i>

13M

Transcripción Sesión 3, instituto 'Serra', Grupo A

Grabación grupo A (N=8): Rita, Elba, Catuxa, Camilo, Carmelo, Rufo, Brais, Cancio.

Profesor: Quiroga

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 10.05 h

Data: 1 de decembro de 2009

Táboa resumo dos episodios segundo a actividade e a cuestión discutida.

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Quiroga (Profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1.1-9) Introdución da tarefa	Quiroga e I introducen a actividade. 1A (Carmelo) le a actividade	Introdución da actividade
2 (10-15) Repaso conceptos de xenética	Quiroga pregunta por conceptos de xenética introducidos na sesión 1 A responden preguntas	Repaso: conceptos de xenética (xenes e cromosomas)
3 (16-24) Introdución 2ª parte tarefa. (pregunta 2)	I explica a pregunta 2 2A preguntan dúbidas Quiroga introduce unha meta-reflexión (uso de probas)	Pregunta 2: Cal é a mellor explicación?
4 (25-47) Pregunta 2: cal é a mellor explicación: A, B ou C?	6A debaten sobre a pregunta 2: <ul style="list-style-type: none">- 5A (Elba, Brais, Camilo, alumno, Catuxa) tratan de xustificar a opción C- 1A (Roberto) solicita xustificar os 'xenes.	Pregunta 2: Cal é a mellor explicación?
5(48-54) Relación entre os datos e as explicacións causais	I pregunta cal é a mellor explicación e solicita datos 3A responden: <ul style="list-style-type: none">- 3A (Brais, alumno e Camilo) repiten opción C.- 1A (Brais): relaciona datos coas explicacións	Datos que apoian a explicación c (proteína ECA, ñame, lonxitude pernas, roupa e calzado)

Transcripción, sesión 3, Grupo A (instituto Serra)

Intervención	Turno	Tempo	Transcripción
Quiroga	1.1	1'	<i>De todas as actividades, a que imos a facer hoxe, sobre o atletismo, forma parte da avaliación da materia. De maneira que o grupo con mellores resultados na avaliación, ese vai ter unha calificación de 0,25 na avaliación. É dicir, se algún grupo, tendo ideas, non as expresa, pois alá vós. Os quedaredes sen calificación. Quero dicir hoxe que si algún de vos opta por non participar pois alá vos. Bueno, hai mulleres en todos os grupos?</i>
	1.2		<i>Ben, a actividade que forma parte da avaliación é a do atletismo. Logo vamos a traballar cun modelo de rosquillas e nos quedaría unha actividade que é de avaliación.</i>
	1.3		<i>O sea o que queremos comprobar con esto é si realmente esta forma de explicar os xenes sirve.</i>
	1.4		<i>A outra, hai moitos datos que non valen. É dicir, explican os alelos moitas veces en cuarto, en moitos centros, en moitos sitios, aquí tamén, e despois ao cabo dun ano lles fas un problema de alelos a un alumno e xa non o sabe facer. Iso quere dicir que o sistema de ensinanza non conseguiu meter ese roio na cabeza (...) Ben, entón, empezamos</i>
Investigadora	2	6'20"	<i>A ver, que é o que hai que facer nesta actividade? Que é o que temos aí metido, neste plástico, nestas follas de cores? Ben, a actividade se titula ¿como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros? Vale? Temos que ler a información que pon aí, alguén pode ler?</i>
Quiroga	3	6'43"	<i>A ver! Alguén que lea folla!</i>
Carmelo	4	7'15"	<i>[le en alto a actividade]</i>
Investigadora	5.1		<i>Ben, entendimos o que hai que facer? O sea, o que leu o compañeiro?</i>
	5.2		<i>A ver, tenéis tres explicacións a estes logros. A "A" que di? Que esto é consecuencia dos xenes. A B que é debido a factores ambientais: alimentación e demais... E a C que é unha combinación de ambos os dous. Entón, o que hai que facer é: das informacións que todos tendes</i>

			<i>aquí nestes plásticos que son en total 8 follas, vedes? Tendes que decir cales destas informacións apoian A, B ou C? Iso é o primeiro que hai que facer, vale?</i>
Quiroga	6		<i>Bueno para esto aproximadamente 10 minutos.</i>
Carmelo	7	20'	<i>Profe, e que eu creo que...</i>
Quiroga	8.1		<i>Nunha clase de ciencias o que apoies ti ten moi pouca importancia.</i>
	8.2		<i>Eu creo que a instrucción era clara. Tendes que coller os documentos, decir de cada documento se apoia a hipótesis A, a hipótesis B ou a hipótesis C.</i>
Investigadora	9		<i>Si hai algún documento que non se entenda ben, eu teño máis información</i>
Quiroga	10		<i>Sólo unha cousa para este grupo por exemplo. Os genes están no genoma, donde están los genes? Donde están los genes?</i>
Clase	11		<i>Na célula</i>
Quiroga	12	24'50"	<i>Na célula, en que lugar da célula?</i>
Clase	13		<i>No núcleo</i>
Quiroga	14		<i>A ver, y una nueva pregunta. Están organizados cando se va a dividir a célula en paquetes, como se chaman eses paquetes?</i>
Clase	15		<i>Cromosomas</i> [pasa un tempo sen falar da tarefa]
Investigadora	16		<i>Ben, rematamos a primeira parte todos os grupos non?</i>
Clase	17		<i>Si</i> [os alumnos falan doutras cousas axenas á tarefa]
Investigadora	18		<i>Ben, como dicía todas estas informacións que tendes aí están recollidas en distintas noticias de prensa. Por exemplo esta noticia do ABC. O tema do chaleco e as zapatillas aparece nunha noticia do País. Son noticias deste ano todas eh! E isto que tiñades aí do xene ACTN3 e as súas variantes alélicas é unha noticia que está recollida en distintos xornais pero a orixinal é do New York Times que é un periódico americano (...)</i>
Investigadora	19		<i>Ben, pasamos a segunda parte que consiste en.. Aquí si que é moi importante o debate! Tendes que elixir a mellor explicación. A explicación que era? A A, a B ou a C. Isto é consecuencia dos xenes, do ambiente ou ben dunha combinación de ambas. Pero xustificando porque e utilizando para iso toda esa batería de datos que tendes encima da mesa. O sea, hai que escoller a mellor explicación</i>

Ernesto (grupo D)	20		<i>pero non é tan sinxelo..., hai que razoalo! E con outros exemplos do deporte non se pode explicar?</i>
Quiroga	21		<i>Non! As probas as tes na mesa! Non vale aportar máis probas nin facer experimentos aquí</i>
Amaia (gr C)	22		<i>Pero a mellor explicación cal é? Que é iso?</i>
Investigadora	23		<i>A ver! Temos que responder a pregunta de: estes logros a que son debidos? A explicación A, a explicación B ou a explicación C? Cal é a mellor explicación? Pero ollo! Sempre hai que dar unha xustificación y en base a toda esa información que está aí.</i>
Quiroga	24		<i>En base as probas que tendes na mesa! Mirade! Esta é a diferenza dunha clase que é de ciencias que non de ciencias! A vosa opinión ten que estar rexida por esas follas de cores e non polo que na vosa cabeza se vos ocorra.</i>
Brais	25		<i>A ver, escribe aí!</i>
Roberto	26		<i>Dime por que é o ambiente?</i>
Elba	27		<i>Unha persoa que non se alimente non pode correr ben porque non está ben alimentado</i>
Brais	28.1		<i>É unha combinación de ambas porque o ambiente inflúe nos xenes</i>
	28.2		<i>. Por exemplo se naces nun lugar onde non hai</i>
Alumno	29.1		<i>Claro, pero aí só estás xustificando o ambiente!</i>
	29.2		<i>Pero os xenes tamén!</i>
			<i>Se o teu pai é un escuchimizado, entón non poderás ser un cachas igual?</i>
Roberto	30		<i>Si, e como xustificas iso?</i>
Brais	31		<i>Porque vas ao gimnasio. É o dos caracteres adquiridos</i>
Alumno	32		<i>Claro!</i>
Brais	33		<i>É así porque o ambiente inflúe nos xenes</i>
Roberto	34		<i>Si, e os xenes que?</i>
Camilo	35		<i>E que os xenes van ser os mesmos</i>
Brais	36		<i>Por que se dan as mutaciones?</i>
Roberto	37		<i>Que ten que ver o ambiente?</i>
Brais	38		<i>Como que ten que ver? se vai todo relacionado</i>
Camilo	39		<i>A ver, estamos falando de correr máis ou menos</i>
Alumnos	40		<i>Si, e os xenes? Que ten que ver os xenes entón?</i>
Elba	41	26'45"	<i>Que se desenvolven!</i>
Brais	42		<i>Claro! Tu podes ter o gen de ser un gilipollas e logo resulta que non o desenvolves</i>
Roberto	43		<i>Tu por moito que te entenes no medio, se non tes</i>

Brais	44	<i>o gen de ser potente, non vas a ser potente</i>
Camilo	45	<i>Non que va!</i>
Catuxa	46	<i>Entonces, estaste contradecindo outra vez!</i>
Roberto	47	<i>Pero o ambiente inflúe na xenética</i>
Investigadora	48	<i>Pero non en correr máis! E ti solo explicas la B!</i>
Brais, outro	49	<i>A ver, cal é a mellor explicación?</i>
Investigadora	50	<i>A C. Porque o ambiente inflúe nos xenes</i>
Brais	51	<i>Vale, pero quiero datos</i>
Investigadora	52	<i>Mira datos! Aquí hai datos! A proteína esa</i>
Brais	53.1	<i>Iso que vai, a favor de que?</i>
	53.2	<i>Esto a favor da genética. [proteína ECA]</i>
		<i>Pero tamén hai este [señala o ñame].</i>
		<i>Este vai a favor do medio</i>
	53.3	<i>Despois este tamén vai a favor da xenética, a</i>
		<i>lonxitude das pernas</i>
	53.4	<i>E a roupa e calzado tamén é do medio</i>
		<i>Porque lles permite correr máis</i>
Camilo	54	<i>A combinación dos factores ambientais e a</i>
		<i>genética, cubre aí.</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Serra', Grupo B

Gravación grupo B (N=6): Roxelio, Roque, Ramona, Delia, Diana, Ruth

Profesor: Quiroga

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 10.05 h

Data: 1 de decembro de 2009

Táboa resumo dos episodios según actividade e cuestión discutida.

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Quiroga (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1.1-9) Introdución da tarefa	Quiroga e I introducen a actividade Camilo (alumno) le a actividade	Introdución da actividade
2 (10-15) Repaso conceptos de xenética	Quiroga pregunta por conceptos de xenética introducidos na sesión 1 A responden preguntas	Repaso: conceptos de xenética (xenes e cromosomas)
3 (16-30) Pregunta 1: Que datos apoian a explicación A, B ou C?	5A debaten sobre a pregunta 1. Analizan 3 informacións: Ascendencia dos escravos, roupa e calzado deportivo, táboa	Relación entre datos e explicacións (pregunta 1)
4 (31-39) Introdución 2ª parte tarefa. (preg 2)	I explica pregunta 2 2A preguntan dúbidas Quiroga introduce unha meta- reflexión (uso de probas)	Introdución preg 2: Cal é a mellor explicación?
5 (40-50) Pregunta 2: cal é a mellor explicación: A, B ou C?	5A debaten a pregunta 2: - 3A (Delia, Roxelio, Ruth) xustifican e usan 2 datos: 'xene ACTN3' e 'o ñame'	Pregunta 2

Transcripción, sesión 3, Grupo B (instituto 'Serra')

Nome	Turno	Tempo	Transcripción
Quiroga	1.1	1'	<i>De todas as actividades, a que imos a facer hoxe, sobre o atletismo, forma parte da avaliación da materia. De maneira que o grupo con mellores resultados na avaliación, ese vai ter unha calificación de 0,25 na avaliación. É dicir, se algún grupo, tendo ideas, non as expresa, pois alá vós. Os quedaredes sen calificación. Quero dicir hoxe que si algún de vos opta por non participar pois alá vos. Bueno, hai mulleres en todos os grupos?</i>
	1.2		<i>Ben, a actividade que forma parte da avaliación é a do atletismo. Logo vamos a traballar cun modelo de rosquillas e nos quedaría unha actividade que é de avaliación.</i>
	1.3		<i>O sea o que queremos comprobar con esto é si realmente esta forma de explicar os xenes serve.</i>
	1.4		<i>A outra, hai moitos datos que non valen. É dicir, explican os alelos moitas veces en cuarto, en moitos centros, en moitos sitios, aquí tamén, e despois ao cabo dun ano lles fas un problema de alelos a un alumno e xa non o sabe facer. Iso quere dicir que o sistema de ensinanza non conseguiu meter ese roio na cabeza (...) Ben, entón, empezamos</i>
Investigadora	2.1	6'20"	<i>A ver, que é o que hai que facer nesta actividade? Que é o que temos aí metido, neste plástico, nestas follas de cores? Ben, a actividade se titula ¿como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros?</i>
	2.2		<i>Vale? Temos que ler a información que pon aí, alguén pode ler?</i>
Quiroga	3	6'43"	<i>A ver! Alguén que lea folla!</i>
Carmelo	4	7'15"	<i>[le en alto a actividade]</i>
Investigadora	5.1		<i>Ben, entendimos o que hai que facer? O sea, o que leu o compañeiro?</i>
	5.2		<i>A ver, tenéis tres explicacións a estes logros. A "A" que di? Que esto é consecuencia dos xenes. A B que é debido a factores ambientais: alimentación e demais... E a C que é unha combinación de ambos os dous. Entón, o que hai que facer é: das informacións que todos tendes aquí nestes plásticos que son en total 8 follas, vedes? Tendes que dicir cales destas</i>

			<i>informacións apoian A, B ou C? Iso é o primeiro que hai que facer, vale?</i>
Quiroga	6		<i>Bueno para esto aproximadamente 10 minutos.</i>
Carmelo	7	20'	<i>Profe, e que eu creo que...</i>
Quiroga	8.1		<i>Nunha clase de ciencias o que apoies ti ten moi pouca importancia.</i>
	8.2		<i>Eu creo que a instrucción era clara. Tendes que coller os documentos, decir de cada documento se apoia a hipótesis A, a hipótesis B ou a hipótesis C.</i>
Investigadora	9		<i>Si hai algún documento que non se entenda ben, eu teño máis información</i>
Quiroga	10		<i>Sólo unha cousa para este grupo por exemplo. Os genes están no xenoma, donde están los genes? Donde están los genes?</i>
Clase	11		<i>Na célula</i>
Quiroga	12	24'50"	<i>Na célula, en que lugar da célula?</i>
Clase	13		<i>No núcleo</i>
Quiroga	14		<i>A ver, y una nueva pregunta. Están organizados cando se va a dividir a célula en paquetes, como se chaman eses paquetes?</i>
Clase	15		<i>Cromosomas</i> [pasa un tempo sen falar da tarefa]
Diana	16		<i>A C. Son mezcla dos dous, non?</i>
Roxelio	17		<i>Si, pero que alimentación ían a ter?</i>
Diana	18		<i>Mala</i>
Roque	19		<i>Pero supoño que se referirá...</i>
Delia	20.1	11' 20"	<i>O ambiente. E como eran os máis fortes sobreviviron.</i>
	20.2		<i>E aquí dice alimentación pero non ten porque ser alimentación!</i>
Roxelio	21		<i>Pero o entrenamiento que ten que ver con sobrevivir</i>
Delia	22		<i>Non está dicindo que sea polo entrenamiento, pode ser por outros factores</i>
Roque	23.1		<i>Pero antes ponían como exemplo que si tu naces en un barrio pobre non vas a ser igual que si naces nun barrio rico, entendes? É o exemplo que poñen.</i>
	23.2		<i>É a situación social que tes</i>
Roxelio	24		<i>A ver, entón que é?</i>
Delia	25		<i>Eu creo que é a C</i>
Roque	26.1		<i>Sigo lendo, vale? Esto está clarísimo que non é o ADN.</i>
	26.2		<i>Porque aí está o ambiente. Porque así vai</i>

			<i>mellorar o teu rendemento, entendes?</i>
Roxelio	27		<i>Si, si</i>
Roque	28		<i>Entón, roupa e calzado de alta tecnoloxía na B</i>
Roxelio	39		<i>Esto é a C [táboa gañadores medallas]</i>
	30		<i>[pasan un rato longo sen falar]</i>
		27' 59"	
Investigadora	31		<i>Ben, rematamos a primeira parte todos os grupos non?</i>
Clase	32		<i>Si</i>
Investigadora	33		<i>Ben, como dicía todas estas informacións que tendes aí están recollidas en distintas noticias de prensa. Por exemplo esta noticia do ABC. O tema do chaleco e as zapatillas aparce nunha noticia do País. Son noticias deste ano todas eh! E isto que tiñades aí do xene ACTN3 e as súas variantes alélicas é unha noticia que está recollida en distintos xornais pero a orixinal é do New York Times que é un periódico americano (...)</i>
	34		<i>Ben, pasamos a segunda parte que consiste en.. Aquí si que é moi importante o debate! Tendes que elixir a mellor explicación. A explicación que era? A A, a B ou a C. Isto é consecuencia dos xenes, do ambiente ou ben dunha combinación de ambas. Pero xustificando porque e utilizando para iso toda esa batería de datos que tendes encima da mesa. O sea, hai que escoller a mellor explicación pero non é tan sinxelo..., hai que razoalo!</i>
Ernesto (grupo D)	35		<i>E con outros exemplos do deporte non se pode explicar?</i>
Quiroga	36		<i>Non! As probas as tes na mesa! Non vale aportar máis probas nin facer experimentos aquí</i>
Amaia (grupo C)	37		<i>Pero a mellor explicación cal é? Que é iso?</i>
Investigadora	38		<i>A ver! Temos que responder a pregunta de: estes logros a que so debidos? A explicación A, a explicación B ou a explicación C? Cal é a mellor explicación? Pero ollo! Sempre hai que dar unha xustificación y en base toda esa información que está aí</i>
Quiroga	39		<i>En base as probas que tendes na mesa! Mirade! Esta é a diferenza dunha clase que é de ciencias que non de ciencias! A vosa opinión ten que estar rexida por esas follas de cores e non polo que na vosa cabeza se vos ocurra</i>
Roxelio	40		<i>Que é o que temos que decir?</i>

Alumna	41.1	<i>Cal é a mellor explicación e justifica en base aos datos.</i>
	41.2	<i>Eu collía a B e collía a C</i>
Delia	42	<i>Hai que decir que lle afectan os genes que teñen e ...</i>
Roxelio	43	<i>E a cultura</i>
Ruth	44	<i>Eu diría que é a B, polo ñame este. Porque está..., porque o que inflúe é a alimentación</i>
Delia	45	<i>E os genes non inflúen?</i>
Ruth	46	<i>Non</i>
Roxelio	47	<i>La del anuncio [xene ACTN3] este tamén está dicindo que inflúen os genes! Entón é a C</i>
Roque	48	<i>Son as dúas. Ademáis a do ñame o dixo o pai de Usain Bolt.</i>
Roxelio	49	<i>E con que o explicamos? Hai que explicar con todo isto?</i>
Roque	50	<i>Son as dúas</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Serra', Grupo C

Gravación grupo C (N=8): Raúl, Bernal, Anxo, Roi, Carmelo, Ramiro, Rosendo, Amaia.

Profesor: Quiroga

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 10.05 h

Data: 1 de decembro de 2009

Táboa resumo dos episodios según actividade e cuestión discutida

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Quiroga (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1.1-9) Introdución 1ª parte da tarefa (preg.1)	Quiroga e I introducen a actividade Camilo (alumno) le a actividade.	Introdución actividade. Preg. 1
2 (10-15) Repaso conceptos de xenética	Quiroga pregunta por conceptos de xenética introducidos na sesión 1 A responden preguntas	Repaso: conceptos de xenética (xenes e cromosomas)
3 (16-28) Debate preg 1: Relación entre datos e explicacións	4A len e avalían a información dos documentos achegados I móstralle aos alumnos as noticias	Relación entre datos e explicacións
4 (29-36) Introdución 2ª parte tarefa (preg.2)	I explica pregunta 2 2A preguntan dúbidas Quiroga introduce meta-reflexión (uso de probas)	Introdución pregunta 2
5 (37-68) Debate preg 2: elección da mellor explicación	6A discuten: cal é a mellor explicación? Xustifican a súa elección	Pregunta 2: cal é a mellor explicación?

Transcripción sesión 3, grupo C (instituto Serra)

Nome	Turno	Tempo	Transcripción
Quiroga	1.1	1'	<i>De todas as actividades, a que imos a facer hoxe, sobre o atletismo, forma parte da avaliación da materia. De maneira que o grupo con mellores resultados na avaliación, ese vai ter unha calificación de 0,25 na avaliación. É dicir, se algún grupo, tendo ideas, non as expresa, pois alá vós. Os quedaredes sen calificación. Quero dicir hoxe que si algún de vos opta por non participar pois alá vos. Bueno, hai mulleres en todos os grupos?</i>
	1.2		<i>Ben, a actividade que forma parte da avaliación é a do atletismo. Logo vamos a traballar cun modelo de rosquillas e nos quedaría unha actividade que é de avaliación.</i>
	1.3		<i>O sea o que queremos comprobar con esto é si realmente esta forma de explicar os xenes sirve.</i>
	1.4		<i>A outra, hai moitos datos que non valen. É dicir, explican os alelos moitas veces en cuarto, en moitos centros, en moitos sitios, aquí tamén, e despois ao cabo dun ano lles fas un problema de alelos a un alumno e xa non o sabe facer. Iso quere dicir que o sistema de ensinanza non conseguiu meter ese roio na cabeza (...) Ben, entón, empezamos</i>
Investigadora	2.1	6'20"	<i>A ver, que é o que hai que facer nesta actividade? Que é o que temos aí metido, neste plástico, nestas follas de cores? Ben, a actividade se titula ¿como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros?</i>
	2.2		<i>Vale? Temos que ler a información que pon aí, alguén pode ler?</i>
Quiroga	3	6'43"	<i>A ver! Alguén que lea a folla!</i>
Carmelo	4	7'15"	<i>[le en alto a actividade]</i>
Investigadora	5.1		<i>Ben, entendimos o que hai que facer? O sea, o que leu o compañeiro?</i>
	5.2		<i>A ver, tenéis tres explicacións a estes logros. A "A" que di? Que esto é consecuencia dos xenes. A B que é debido a factores ambientais: alimentación e demais... E a C que é unha combinación de ambos os dous. Entón, o que hai que facer é: das informacións que todos tendes aquí nestes plásticos que son en total 8 follas, vedes? Tendes que dicir cales destas informacións</i>

			<i>apoian A, B ou C? Iso é o primeiro que hai que facer, vale?</i>
Quiroga	6	20'	<i>Bueno para esto aproximadamente 10 minutos.</i>
Carmelo	7		<i>Profe, e que eu creo que...</i>
Quiroga	8.1		<i>Nunha clase de ciencias o que apoies ti ten moi pouca importancia.</i>
	8.2		<i>Eu creo que a instrucción era clara. Tendes que coller os documentos, decir de cada documento se apoia a hipótesis A, a hipótesis B ou a hipótesis C.</i>
Investigadora	9		<i>Si hai algún documento que non se entenda ben, eu teño máis información</i>
Quiroga	10		<i>Sólo unha cousa para este grupo por exemplo. Os genes están no genoma, donde están los genes? Donde están los genes?</i>
Clase	11	24'50"	<i>Na célula</i>
Quiroga	12		<i>Na célula, en que lugar da célula?</i>
Clase	13		<i>No núcleo</i>
Quiroga	14		<i>A ver, y una nueva pregunta. Están organizados cando se va a dividir a célula en paquetes, como se chaman esos paquetes?</i>
Clase	15		<i>Cromosomas</i> <i>[pasa un tempo sen falar da tarefa]</i>
Amaia	16		<i>Esta é a A, isto da illa dos escravos</i>
Roi	17		<i>A B tamén!</i>
Amaia	18		<i>Poden ser as dúas eh!</i>
Roi	19		<i>Ya, ya</i>
Amaia	20		<i>Esta é a B!</i>
Raúl	21		<i>[le o texto 'Lonxitude das pernas']</i>
Carmelo	22		<i>A B!</i>
Roi	23		<i>[le o texto 'roupa e calzado deportivo']</i>
Amaia	24		<i>Pois está claro! É a B!</i>
Roi	25		<i>[le o texto 'Xene ACTN3?']</i>
Raúl	26		<i>Se ten proteína e xen.</i>
Amaia	27		<i>Falta a do ñame!</i>
Roi	28		<i>Iso é o da alimentación</i>
Investigadora	29		<i>Ben, rematamos a primeira parte todos os grupos?</i>
Clase	30		<i>Si</i>
Investigadora	31		<i>Ben, como dicía, todas estas informacións que tendes aí están recollidas en distintas noticias de prensa. Por exemplo esta noticia do ABC. O tema do chaleco e as zapatillas aparece nunha noticia do país. Son noticias deste ano, todas eh! E isto que tiñades aí do xene ACTN3 e as súas variantes alélicas é unha noticia que está recollida en distintos xornais, pero a orixinal é do New York</i>

		<i>Times que é un periódico americano...</i>
		<i>Ben, pasamos a segunda parte que consiste en...</i>
		<i>Aquí si que é moi importante o debate! Tendes que</i>
		<i>elexir a mellor explicación. A explicación que</i>
		<i>era? A a, b ou c. Isto é consecuencia dos xenes, do</i>
		<i>ambiente ou dunha combinación de ambas. Pero</i>
		<i>xustificádeo eutilizando para isto toda esa batería</i>
		<i>de datos que tendes enriba da mesa.</i>
		<i>O sea, hai que escoller a mellor explicación. Pero</i>
		<i>non é tan sinxelo, hai que razoalo</i>
Ernesto	32	<i>E con outros exemplos do deporte non se pode</i>
(grupo D)		<i>explicar?</i>
Quiroga	33	<i>Non! As probas son as que tes na mesa! Non vale</i>
		<i>aportar máis probas nin facer experimentos aquí!</i>
Amaia	34	<i>Pero a mellor explicación cal é? Que é iso?</i>
Investigadora	35	<i>A ver! Temos que responder a pregunta de: estes</i>
		<i>logros a que son debidos? A explicación a, a</i>
		<i>explicación b ou a explicación c? Cal é a mellor</i>
		<i>explicación? Pero ollo! Sempre hai que dar unha</i>
		<i>justificación y en base a toda esa información que</i>
		<i>está aí</i>
Quiroga	36	<i>En base as probas que tendes na mesa!</i>
		<i>Mirade! Está é a diferenza dunha clase que é de</i>
		<i>ciencias dunha clase que non é de ciencias!</i>
		<i>A vosa opinión ten que estar rexida por esas follas</i>
		<i>de cores e non polo que na vosa cabeza se vos</i>
		<i>ocurra</i>
Roi	37.1	<i>Eu penso que é a A. Porque un branco tamén se</i>
		<i>pode entrenar. Os brancos tamén se alimentan tío.</i>
		<i>Entón será polos genes.</i>
	37.2	<i>Eu penso que é a A. Porque a alimentación pode</i>
		<i>seguir un corredor branco igual que un corredor</i>
		<i>negro</i>
Bernal	38	<i>Pero basandonos nesto, pois non sei</i>
Carmelo	39	<i>Pero cando se marca a diferenza é en iguais</i>
		<i>condicións</i>
Roi	40	<i>Pois é o que che está dicindo! Que en iguais</i>
		<i>condicións son mellores os negros</i>
		<i>[miran os datos achegados]</i>
Rosendo	41.1	<i>Eu penso que é a A. Porque en igualdade</i>
		<i>condicións as persoas negras son moi superiores</i>
		<i>as brancas. E isto é debido aos seus xenes xa que</i>
		<i>a alimentación e o seu ambiente poden ser</i>
		<i>igualados tanto en persoas negras como en</i>
		<i>persoas brancas.</i>
		<i>Quedando como única diferenza os seus xenes.</i>

	41.2	<i>En igualdade de condicións, aínda así seguirían a ser superiores as persoas brancas</i>
Bernal	42	<i>Eu penso que sí!</i>
Roi	43	<i>E ti Anxo, que pensas?</i>
Anxo	44	<i>Nin idea</i>
Roi	45	<i>Unha opinión moi interesante Anxo</i>
Carmelo	46	<i>Vale, somos dous A e indiferente.</i> <i>Ahora hay que explicar que en igualdade de condicións as persoas negras son superiores debido aos seus xenes</i>
Amaia	47	<i>E como o sabes?</i>
Roi e outros	48	<i>Porque o di aí. O pon aí (illa dos sprinters)</i>
Amaia	49	<i>Busca a noticia!</i> <i>Carmelo, eso non o pon a noticia!</i>
Carmelo	50	<i>Si que o pon</i> <i>[le en alto a noticia ‘illa dos sprinters’]</i>
Amaia	51	<i>E como sabes que gañan?</i>
Roi	52	<i>Ten que ver algo coa xenética</i>
Amaia	53	<i>E como sabes que aí ten a mesma alimentación?</i>
Roi	54	<i>A ver, se van a competir, intentarán alimentarse todo o mellor que poidan, non?</i>
Rosendo	55	<i>Si, pero tes que basearte nalgo desto</i>
Alumno	56	<i>A alimentación da illa Jamaicana é diferente e por eso corren moito</i>
Carmelo	57	<i>Pero esto é mentira</i>
Roi	58	<i>E mentira por que?</i>
Carmelo	59	<i>Porque o di o pai.</i> <i>Pero non temos porque basearnos nesto. Podemos basearnos noutras.</i>
Amaia	60	<i>Pero tamén pode ser a C</i>
Alumno	61	<i>Si</i>
Roi	62	<i>Si, e na C, como xustificas?</i>
Ramiro	63	<i>Pois con todo! xustificas co da illa xamaicana e con esto.</i> <i>Aquí dice que Usain Bolt comendo un tubérculo ou algo así se fixo mellor. Aunque claro, Usain Bolt tamén é negro e non nos vale</i>
Roi	64	<i>Pode ser porque é xenético</i>
Carmelo	65	<i>A ver, xa o tedes?</i>
Roi	66	<i>A ver... Ou ben é a A ou a C. O que está claro é que non é a B</i>
Carmelo	67	<i>Por que?</i>
Roi	68	<i>Depende dos xenes...</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Serra', Grupo D

Grabación grupo D (N=5): Bruno, Braulio, Rula, Evaristo, Benita

Profesor: Quiroga

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 10.05 h

Data: 1 de decembro de 2009

Táboa resumo dos episodios según actividade e cuestión discutida

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Quiroga (Profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1-9) Introdución 1ª parte tarefa (preg 1)	Quiroga e I introducen a actividade Camilo (alumno) le a actividade	Introdución pregunta 1
2 (10-15) Repaso conceptos de xenética	Quiroga pregunta por conceptos de xenética introducidos na sesión 1 A responden preguntas	Repaso: conceptos de xenética (xenes e cromosomas)
3 (16-58) Pregunta 1: relación entre datos e explicacións	5A avalían os datos Quiroga explica dato “xene ACTN3” (debuxo do cromosoma) I mostra as noticias	Pregunta 1: relación entre datos e explicación
4 (59-64) Introdución 2ª parte tarefa (pregunta 2)	I explica pregunta 2 2A preguntan dúbidas Quiroga fai unha metareflexión (uso de probas)	Introdución pregunta 2
5 (65-73) Preg.2: cal é a mellor explic?	2A debaten sobre a preg 2 e os criterios para avaliar os datos Quiroga sinala a importancia de diferenciar entre datos e opinións	Cal é a mellor explicación? Que datos apoian a mellor explicación?

Transcripción sesión 3, grupo D (instituto Serra)

Nome	Turno	Tempo	Transcripción
Quiroga	1	1'	<p><i>De todas as actividades, a que imos a facer hoxe, sobre o atletismo, forma parte da avaliación da materia. De maneira que o grupo con mellores resultados na avaliación, ese vai ter unha calificación de 0,25 na avaliación. É dicir, se algún grupo, tendo ideas, non as expresa, pois alá vós. Os quedaredes sen calificación. Quero dicir hoxe que si algún de vos opta por non participar pois alá vos. Bueno, hai mulleres en todos os grupos?</i></p> <p><i>Ben, a actividade que forma parte da avaliación é a do atletismo. Logo vamos a traballar cun modelo de rosquillas e nos quedaría unha actividade que é de avaliación.</i></p> <p><i>O sea o que queremos comprobar con isto é si realmente esta forma de explicar os xenes sirve. A outra, hai moitos datos que non valen. É dicir, explican os alelos moitas veces en cuarto, en moitos centros, en moitos sitios, aquí tamén, e despois ao cabo dun ano lles fas un problema de alelos a un alumno e xa non o sabe facer. Iso quere dicir que o sistema de ensinanza non conseguiu meter ese roio na cabeza (...) Ben, entón, empezamos</i></p>
Investigadora	2	6' 20"	<p><i>A ver, que é o que hai que facer nesta actividade? Que é o que temos aí metido, neste plástico, nestas follas de cores? Ben, a actividade se titula ¿como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros?</i></p>
Quiroga	3	6' 43"	<i>A ver! Alguén que lea folla!</i>
Carmelo	4	7' 15"	<i>[le en alto a actividade]</i>
Investigadora	5		<p><i>Ben, entendimos o que hai que facer? O sea, o que leu o compañeiro?</i></p> <p><i>A ver, tenéis tres explicacións a estes logros. A "A" que di? Que isto é consecuencia dos xenes. A B que é debido a factores ambientais: alimentación e demais... E a C que é unha combinación de ambos os dous. Entón, o que hai que facer é: das informacións que todos tendes aquí nestes plásticos que son en total 8 follas, vedes? Tendes que dicir cales destas informacións apoian A, B ou C? Iso é o primeiro que hai que facer, vale?</i></p>

Quiroga	6	20'	<i>Bueno para esto aproximadamente 10 minutos.</i>
Carmelo	7		<i>Profe, e que eu creo que...</i>
Quiroga	8		<i>Nunha clase de ciencias o que apoies ti ten moi pouca importancia.</i>
Investigadora	9	24' 50"	<i>Eu creo que a instrucción era clara. Tendes que coller os documentos, decir de cada documento se apoia a hipótesis A, a hipótesis B ou a hipótesis C. Si hai algún documento que non se entenda ben, eu teño máis información</i>
Quiroga	10		<i>Sólo unha cousa para este grupo por exemplo. Os genes están no xenoma, donde están los genes? Donde están los genes?</i>
Clase	11		<i>Na célula</i>
Quiroga	12		<i>Na célula, en que lugar da célula?</i>
Clase	13		<i>No núcleo</i>
Quiroga	14		<i>A ver, y una nueva pregunta. Están organizados cando se va a dividir a célula en paquetes, como se chaman eses paquetes?</i>
Clase	15		<i>Cromosomas</i> [pasan un tempo sen falar da tarefa]
Quiroga	16		[o profesor achégase a este grupo] <i>Vamos a ver, hai tres hipótesis. Unha é que os negros corren máis porque teñen un genotipo para correr. Hai outros que dicen que os negros corren máis polas condiciones ambientais, o entrenamiento. E hai outra hipótesis que é a que sempre gusta e que se preguntamos que opinades decides que é unha influencia das dúas porque sempre va a de compromiso</i>
Bruno	17		<i>Pero esta non apoia a ningunha!</i>
Quiroga	18		<i>A ver estamos tratando de hacer un análisis con solidez y profundidad y no así a la ligera. A ver, algunhas son moi claras e outras son de pensalo máis.</i>
Alumno	19		<i>O B!</i>
Evaristo	20		<i>Todos de acuerdo?</i>
Bruno	21		<i>Si, fala do ambiente</i>
Braulio	22		<i>Pode ser polos xenes. porque sería como unha... Como é? selección natural</i>
Bruno	23		<i>A ver, todo é selección natural, non sei ...</i>
Evaristo	24		<i>Pode ser xenético e os cambios xenéticos dos mellores adaptados pasaron a la descendencia</i>
	25		<i>Tamén pode ser a B polo medio ou por entrenamiento.</i> [alumno le de novo o texto dos escravos]

Bruno	26	<i>A alimentación ten que ver aquí Evaristo? Ten que ver?</i>
		<i>Serán os xenes, non? Digo eu...Non sei</i>
Braulio	27	<i>Ti que dis Benito? Por unanimidad</i>
Bruno	28	[le en alto a información ‘roupa e calzado deportivo’]
Braulio	29	<i>Está clara ésta!</i>
Bruno	30	<i>Es la A ou B</i>
Benito	31	<i>B!</i>
Braulio	32	<i>Por que?</i>
Bruno	33	<i>Por la alimentación! Son factores externos. Muy bien, siguiente</i>
Bruno	34	[le en alto o texto ‘proteína ECA’]
Braulio	35	<i>Vale, moi ben, da alimentación</i>
Benito	36	<i>Isto é dopaxe total!</i>
Bruno	37	<i>Pero isto é tamén dos xenes</i> <i>É do ambiente que inflúe nos xenes?</i>
Braulio	38	<i>No</i>
Benito	39	<i>Si se dopan, joder</i>
Bruno	40	<i>Pero isto inflúe nos xenes e nas células, ou non?</i> <i>Dalgunha maneira inflúe no teu organismo. É algo exterior que inflúe en ti!</i>
Braulio	41	<i>Pero non é unha consecuencia dos xenes</i> <i>Non é unha combinación?</i>
Bruno	42	<i>Eu creo que non. É debido á influencia de factores na alimentación que despois inflúen nos xenes pero non é consecuencia dos xenes, é consecuencia da alimentación.</i>
Bruno	43	[le en alto a información: ‘lonxitude das pernas’]
Alumno	44	<i>Está é A.</i>
Bruno	45	<i>Non, esta pode ser as dúas. Pode ser as dúas, polos genes e pola alimentación!</i>
Braulio	46	<i>Pode ser os genes e o ambiente.</i>
Bruno	47	<i>Ostia! Ti da igual que non comeras que vas a ter as pernas longas igual!</i>
Braulio	48	<i>Ti non lle des a comer a alguén dende os tres anos e xa verás que ven crece</i>
Bruno	49	<i>Claro! Pero ti eres rubio e cortоче o pelo pero segues sendo rubio igual!</i>
	50	[le en alto a información: ‘xene ACTN3’]
Quiroga	51	<i>Bueno esto é un cromosoma, polo tanto son paquetes de genes e os genes están localizados nun determinado cromosomas (...)</i>
Bruno	52	<i>Que opinades desto?</i>
Alumno	53	<i>Esto é de xenes?</i>
Bruno	54	<i>Joder, que si venga! Venga, pasa!</i>

Braulio	55	<i>Pode ser o clima que hai en Xamaica que é moi bo</i>
Investigadora	56	<i>Ben, rematamos a primeira parte todos os grupos non?</i>
Clase	57	<i>Si</i>
Investigadora	58	<i>Ben, como dicía todas estas informacións que tendes aí están recollidas en distintas noticias de prensa. Por exemplo esta noticia do ABC. O tema do chaleco e as zapatillas aparce nunha noticia do País. Son noticias deste ano todas eh! E isto que tiñades aí do xene ACTN3 e as súas variantes alélicas é unha noticia que está recollida en distintos xornais pero a orixinal é do New York Times que é un periódico americano (...)</i>
Investigadora	59	<i>Ben, pasamos a segunda parte que consiste en.. Aquí si que é moi importante o debate! Tendes que elixir a mellor explicación. A explicación que era? A A, a B ou a C. Isto é consecuencia dos xenes, do ambiente ou ben dunha combinación de ambas. Pero xustificando porque e utilizando para iso toda esa batería de datos que tendes encima da mesa. O sea, hai que escoller a mellor explicación pero non é tan sinxelo..., hai que razoalo!</i>
Ernesto (grupo D)	60	<i>E con outros exemplos do deporte non se pode explicar?</i>
Mr.Quiroga	61	<i>Non! As probas as tes na mesa! Non vale aportar máis probas nin facer experimentos aquí</i>
Amaia (grupo C)	62	<i>Pero a mellor explicación cal é? Que é iso?</i>
Investigadora	63	<i>A ver! Temos que responder a pregunta de: estes logros a que so debidos? A explicación A, a explicación B ou a explicación C? Cal é a mellor explicación? Pero ollo! Sempre hai que dar unha xustificación y en base toda esa información que está aí</i>
Quiroga	64	<i>En base as probas que tendes na mesa! Mirade! Esta é a diferencia dunha clase que é de ciencias que non de ciencias! A vosa opinión ten que estar rexida por esas follas de cores e non polo que na vosa cabeza se vos ocurra</i>
Braulio	65	<i>Bueno, que?</i>
Bruno	66	<i>Según esto [datos ACTN3] O que nos están dando a entender é que é unha consecuencia dos xenes</i>
Mr. Quiroga	67	<i>A cantidade de información que che chega a veces hai que valorar que forza ten.</i>
		<i>Por exemplo, que dice a información científica sobre a vacina da gripe? Que hai que poñela,</i>

		<i>non? E que información estades oíndo de todos os lados? Que non hai que poñela.</i>
		<i>Podedes ter 70.000 informacións que non teñen solidez científica e unha sola que si. E dicir, aquí tedes que ver..</i>
Bruno	68	<i>Eu quito esta porque isto é unha opinión de xente e de periódicos</i>
Mr. Quiroga	69	<i>Pois é importante que distingas ben cual é unha opinión e cual é unha proba</i>
Bruno	70	<i>Eu creo que é esta xa que aporta datos</i>
Braulio	71	<i>Estas dúas son as que aportan máis datos...</i>
Bruno	72	<i>Bueno, vamos a facer o exercicio.</i>
Braulio	73	<i>Ben, é a C. Según os datos achegados, pensamos que a información máis acertada é da táboa.</i>
		<i>Porque nos ofrece máis datos</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Serra', Grupo E

Grabación grupo E (N=5): Ernesto, Cintia, Diana, Estrela, Román, Rexina

Profesor: Quiroga

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 10.05 h

Data: 1 de decembro de 2009

Táboa resumo dos episodios según actividade e cuestión di

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Quiroga (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1-9) Introdución 1ª parte tarefa (pregunta 1)	Mr. Quiroga e I introducen a actividade Camilo (alumno) le a actividade	Introdución actividade. Pregunta 1
2 (10-15) Repaso conceptos de xenética	Mr. Quiroga pregunta por conceptos de xenética introducidos na sesión 1 A responden preguntas	Repaso: conceptos de xenética (xenes e cromosomas)
3 (16-33) Pregunta 1. Relación datos-explicación	6A debaten sobre a preg. 1 Discuten 3 documentos: lonx. pernas, ascendencia escravos, táboa medallistas	Que relación hai entre os datos e as explicacións?
4 (34-54) Pregunta 2: Elección da mellor explicación	5A debaten pregunta 2 1A indica que hai que usar datos Mr. Quiroga pregunta polo dato máis fiable	Elección da mellor explicación causal

Transcripción sesión 3 grupo E (instituto Serra)

Nome	Turno	Tempo	Transcripción
Quiroga	1	1'	<p><i>De todas as actividades, a que imos a facer hoxe, sobre o atletismo, forma parte da avaliación da materia. De maneira que o grupo con mellores resultados na avaliación, ese vai ter unha calificación de 0,25 na avaliación. É dicir, se algún grupo, tendo ideas, non as expresa, pois alá vós. Os quedaredes sen calificación. Quero dicir hoxe que si algún de vos opta por non participar pois alá vos. Bueno, hai mulleres en todos os grupos?</i></p> <p><i>Ben, a actividade que forma parte da avaliación é a do atletismo. Logo vamos a traballar cun modelo de rosquillas e nos quedaría unha actividade que é de avaliación.</i></p> <p><i>O sea o que queremos comprobar con esto é si realmente esta forma de explicar os xenes sirve.</i></p> <p><i>A outra, hai moitos datos que non valen. É dicir, explican os alelos moitas veces en cuarto, en moitos centros, en moitos sitios, aquí tamén, e despois ao cabo dun ano lles fas un problema de alelos a un alumno e xa non o sabe facer. Iso quere dicir que o sistema de ensinanza non conseguiu meter ese roio na cabeza (...) Ben, entón, empezamos</i></p>
Investigadora	2	6'20"	<p><i>A ver, que é o que hai que facer nesta actividade? Que é o que temos aí metido, neste plástico, nestas follas de cores? Ben, a actividade se titula ¿como explicas os logros en atletismo dos velocistas negros?</i></p> <p><i>Vale? Temos que ler a información que pon aí, alguén pode ler?</i></p>
Quiroga	3	6' 43"	<i>A ver! Alguén que lea folla!</i>
Carmelo	4	7' 15"	<i>[le en alto a actividade]</i>
Investigadora	5		<p><i>Ben, entendimos o que hai que facer? O sea, o que leu o compañeiro?</i></p> <p><i>A ver, tenéis tres explicacións a estes logros. A "A" que di? Que isto é consecuencia dos xenes. A B que é debido a factores ambientais: alimentación e demais... E a C que é unha combinación de ambos os dous. Entón, o que hai que facer é: das informacións que todos tendes aquí nestes plásticos que son en total 8 follas, vedes? Tendes que dicir cales destas informacións apoian A, B ou C? Iso é</i></p>

			<i>o primeiro que hai que facer, vale?</i>
Quiroga	6		<i>Bueno para esto aproximadamente 10 minutos.</i>
Carmelo	7	20'	<i>Profe, e que eu creo que...</i>
Quiroga	8		<i>Nunha clase de ciencias o que apoies ti ten moi pouca importancia.</i>
			<i>Eu creo que a instrucción era clara. Tendes que coller os documentos, decir de cada documento se apoia a hipótesis A, a hipótesis B ou a hipótesis C.</i>
Investigadora	9		<i>Si hai algún documento que non se entenda ben, eu teño máis información</i>
Quiroga	10		<i>Sólo unha cousa para este grupo por exemplo. Os genes están no genoma, donde están los genes?</i>
			<i>Donde están los genes?</i>
Clase	11		<i>Na célula</i>
Quiroga	12	24' 50"	<i>Na célula, en que lugar da célula?</i>
Clase	13		<i>No núcleo</i>
Quiroga	14		<i>A ver, y una nueva pregunta. Están organizados cando se va a dividir a célula en paquetes, como se chaman eses paquetes?</i>
Clase	15		<i>Cromosomas</i>
			<i>[pasa un tempo sen falar da tarefa]</i>
Román	16		<i>A ver, hai que dicir cal das informacións apoian a cada unha das teorías..</i>
Cintia	17		<i>Non porque é un científico que aparece que di que os negros teñen as pernas máis largas é que por iso corren máis, isto non está xustificado!</i>
Román	18		<i>Hai que dicir cal das informacións apoian a cada unha das teorías</i>
	19		<i>[Marina le en alto a info ‘ascendencia escravos’]</i>
Román	20		<i>Pois iso é ambiental</i>
Andrea	21		<i>É ambiental é xenético</i>
Cintia	22		<i>Román, non é do ambiente porque dice aquí: é consecuencia dos genes, a “ascendencia dos escravos”</i>
Román	23		<i>Pero o ambiente fixo que sobreviviran uns poucos que tiñan eses genes, entón combinan os genes co ambiente que tiveron que os fixo máis fortes.</i>
			<i>Isto é como de Darwin que o medio seleccionaba os individuos.</i>
Estrela	24		<i>Entón, Ernesto, iso [táboa medallistas] a que llo atribuirías?</i>
Ernesto	25		<i>A ver, a A de que va?</i>
Cintia	26		<i>A influencia dos xenes, a B influencia dos factores ambientais ou a C, que son as dúas.</i>
Ernesto	27		<i>Eu creo que as dúas</i>

Román	28	<i>Ten que ser as dúas porque aquí aparte fala da nacionalidad: EEUU, EEUU; Jamaica.... E iso é o ambiente!</i> <i>Polo sitio no que se desenvolven. Aparte tamén é genética porque a cor de pel é: negra, negra, negra</i> <i>E ademais todos están entrenados en países de habla inglesa menos o jamaicano iso é ambiente</i>
Ernesto	29	<i>Que significa iso?</i>
Román	30	<i>Iso ten que ser ambiental. Ambiental e C.</i>
Ernesto	31	<i>Eu creo que é a dúas</i> <i>Sí! porque moi bo que eres tiñan que comer ademais de ser entrenados</i>
Estrela	32	<i>A parte aparecen todos en localidades en donde todos poden traballar e desenvolver esa...</i>
Ernesto	33	<i>Claro!</i>
Rexina	34	<i>A ver, yo creo que é a C</i>
Estrela	35	<i>Si, eu penso que é a C</i>
Ernesto	36	<i>Eu tamén, todos.</i> <i>Ahora temos que usar os datos.</i>
Estrela	37	<i>Na táboa mesmo xa salía</i>
Ernesto	38	<i>Claro, pero é que non é solo eso</i>
Mr. Quiroga	39	<i>A ver, en base a esto, que opción tomades?</i>
Estrela	40	<i>C</i>
Quiroga	41	<i>Cual os parece máis fiable?</i>
Cintia	42	<i>A C</i>
Quiroga	43	<i>No, no, no. En base a esto, cual os parece máis sólido pero nada de ... porque vos seguramente tendes unha idea previa. Antes de darvos esto seguro que tiñades unha idea previa, seguro!</i>
Cintia	44	<i>Si</i>
Quiroga	45	<i>Bueno, pues intentade que non vos nuble a vista</i>
Estrela	46	<i>Eu digo que é a C</i>
Quiroga	47	<i>No ya, pero en base a esto que vos parece máis fuerte?</i>
Ernesto	48	<i>Máis fuerte?</i>
Quiroga	49	<i>Máis sólida</i>
Ernesto	50	<i>Ah! Eu digo este. Para mi a mellor noticia é esta (zapatillas). Ista! non é mesmo correr co unhas zapatillas de feira que corre con estas....</i>
Alumno	51	<i>Eu penso que esta e esa son as mellores tamén</i>
Roman e	52	<i>Esta [táboa] relaciona tanto a xenética como a situación ambiental</i>
Estrela		
Cintia	53	<i>Onde está a do barco?</i>
Ernesto	54	<i>De que solo os máis fortes sobrevivían?</i> <i>Pero é que iso o puido escribir un payaso</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Vila', Grupo F

Gravación grupo F (N=4): Felisa, Fanny, Fins, Faustino.

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 13.35 h

Data: 27 de novembro de 2009

Táboa resumo dos episodios segundo a actividade e a cuestión discutida.

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE	TEMA/ CUESTIÓN
	Val (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	
1 (1.1-1.8) Introdución da actividade	Val introduce a actividade. Da instrucións de como resolver a preg 1 e introduce a preg 2	Introdución da actividade
2 (2-41.1) Pregunta 1: relacionar os datos coas explicacións	6A debaten a pregunta 1. Relacionan 5 datos coas explicacións Val explica a 'táboa gañadores medallas', explica os datos que fan referencia ao ambiente.	Relación entre datos e explicacións causais (pregunta 1)
3 (41.2-56) Preg 2: elección da mellor explicación causal	3A discuten que informacións constitúen a mellor explicación 1A solicita explicación da pregunta 2. Val aclara a pregunta 2.	Elección da mellor explicación causal (pregunta 2)
4 (57-81) Pregunta 3: avaliación de datos.	Val introduce a pregunta 3 5A discuten que datos constitúen probas. I solicita xustificacións A xustifican en base a criterios	Identificación de datos como probas (pregunta 3)
5 (82-88) Que é unha proba? Criterios	I pregunta que é unha proba 3A responden. Repiten os criterios citados no episodio 4.	Definición de proba en base a criterios

Gravación sesión 3, grupo F (institutoVila)

Nome	Turno	Transcripción
Val	1.1	<i>Vamos a ver, aquí nestas fundas hai unha serie de textos. Estes textos hainos que ler e os recomendo que un do grupo leanos en alto. Hai que lelos todos e son muy breves.</i>
	1.2	<i>E de onde están sacados estes textos? Estes textos están sacados de distintos artigos de prensa ou de internet. Por exemplo aquí fala dun xen que afecta a contracción muscular...</i>
	1.3	<i>Bueno, que hai que facer? Primeiro, a ver, esta é a folla de respostas. Fixádevos o que pon aquí (le o texto): Dende os mundiais de atletismo de Roma en 1987 onde tres atletas brancos chegaron a final dos 100m lisos masculinos, os velocistas de cor negra ocuparon todos os postos das finais, non quere dicir todas as medallas! Senón que todos os postos finais, o sea, os dez que corren a final, todos eran negros desde o ano 1987. Isto é o que di este texto.</i>
	1.4	<i>Bueno, pois despois aquí hai varias opinións para explicar esto: A, B e C, téndelo diante? En A, hai uns que opinan que esto é consecuencia dos seus xenes, é dicir que os negros terían uns xenes moi adecuados para ser velocistas e por eso pasa eso. Segunda opinión, a B, hai outras persoas que cren que esto é debido a influencia de factores como a alimentación, entrenamiento, etc. Y despois hai unha terceira opinión, a C, que di que esto é unha combinación dos dous factores anteriores. Que un pouco inflúen os xenes e un pouco inflúe a alimentación, o entrenamiento, etc, eh?</i>
	1.5	<i>Bueno pues, destes textos que hai aquí na folla de colores, que tedes que leer en alto para que todos atendan no grupo, todos un por un. E eu o que digo é que primeiro se lea un e que se reponda aquí e que despois se lea o segundo e se responda aquí, despois o 3º e se responda aquí, etc, etc. Pois de todos eses hai que dicir si este texto</i>

		<i>verde por exemplo apoia a idea A, a idea B ou a idea C? Si por exemplo alguén opina que o verde apoia a A pois podeades poñer que a lonxitude das pernas que é o verde, poñédelo en A. , si credes que é en B, poñedes B..Vale? E así hai que facelo con cada un deles de maneira que ao final vai a ver varios en A, en B, ou a mellor todos en C, o que cada un considere, entendido?</i>
	1.6	<i>Pero hai que primeiro lelos e a medida que se len se van poñendo en A, B ou C. Bueno esta é a primeira actividade que imos a facer. Bueno a primeira parte. Así que isto vai levarnos un certo tempo</i>
	1.7	<i>Despois unha vez que teñamos esto faremos o número 2 que esto hai que facelo en grupo: Elixo a mellor explicación... E dicir que unha vez que estas opinións das follas de cores son de tipo A, B ou C, segundo vos. Despois decides para vos que opinades, si para vos é máis correcto a opción A, B ou C e por que? Iso hai que poñelo na segunda pregunta pero para eso hai que discutilo en grupo primeiro.</i>
	1.8	<i>O sea que vamos a facer a primeira actividade agora xa! Poñedes nome e apelido das persoas e grupo no que estades. Veña! Empezades a ler, en alto!</i>
Fanny	2	<i>Pon aí en el A, o xene do deporte</i>
Felisa	3	<i>En el A?</i>
Fanny	4	<i>Si</i>
Felisa	5	<i>Esto es en el B [lonxitude pernas]</i>
Val	6	<i>A ver, tendes algunha xa?</i>
Faustino	7	<i>Si, o xene do deporte, é o A [xenética]</i>
Val	8	<i>Vale, de acordo. Agora do B [ambiente]?</i>
Fins e Felisa	9	<i>Lonxitude das pernas</i>
Faustino	10	<i>Non! Lonxitude de pernas es el C [interacción]</i>
Fins	11	<i>Si, coa alimentación si.</i>
Felisa	12	<i>Puede ser</i>
Fanny	13	<i>¡No, no te van a alargar más las piernas!</i>
Fins	14	<i>Sí, pero no tienes las piernas fuertes ni tienes nada</i>
Faustino	15	<i>Ah! Si no vas al gimnasio, o sea... ¿no vas a tenerlas fuertes?</i>

Fanny	16	<i>Claro</i>
Felisa	17	<i>Si no comes pues no tienes nada</i>
Faustino	18	<i>A ver ¿es el C [interacción xenes-ambiente]?</i>
Felisa	19	<i>Pero ¿si tu no comes?</i>
Faustino	20	<i>Si tres dicen que si [que es la C], es que si. Mayoría</i>
Felisa	21	<i>La tabla ¿hay que colocarla también?</i>
Val	22	<i>Si</i>
Faustino	23	<i>¿En dónde?</i>
Val	24	<i>Iso é unha táboa dos gañadores de medallas e fixaros que todos son negros e curiosamente non son africanos, porque onde naceron? Naceron nos Estados Unidos, en Jamaica... Fueron educados aquí, neste sitio. O sea, en Jamaica, Estados Unidos...</i>
		<i>Pues entonces, con estos datos. Esto que apoya? A opinión A, B ou C? , segundo a vosa opinión</i>
Fanny	25	<i>La B</i>
Val	26	<i>Segundo o que di aí, vamos</i>
Faustino	27	<i>La A</i>
Val	28	<i>Pero credes que eso se debe aos xenes que tiñan? ou credes que é debido ao sitio que se entrenaron?; ou credes que eso se debe as dúas cousas?. Tendes que escribilo</i>
Grupo	29	<i>Son as dúas cousas</i>
Val	30	<i>Entón, tendes que poñer a C [interacción]</i>
Faustino	31	<i>En el C, ¿ya pusiste en el C la tabla?</i>
Fanny	32	<i>Justin es una chica, ¿non?</i>
Fins	33	<i>Si, por que?</i>
Fanny	34	<i>No, porque decía el que si no había ninguna chica o no se qué</i>
Felisa	35	<i>¿Cuántos nos faltan?</i>
Faustino	36	<i>La propiedad esta del ñame, ¿está?</i>
Fanny	37	<i>Si, esa si</i>
Faustino	38.1	<i>Entonces [revisa os documentos] ésta está, ésta está...</i>
	38.2	<i>¿Y la de los esclavos?</i>
Felisa	39	<i>Eh...no</i>
Fanny	40	<i>¿En cuál?</i>
Faustino	41.1	<i>En el B [non discuten, toman como válida a súa opinión]</i>
	41.2	<i>Profe, después de esto, seguimos, no? [le o</i>

		que teñen que facer]
Felisa	42	<i>¿La mejor explicación? La del xene este, le del xene esa yo creo que es la mejor</i>
Fanny	43	<i>Por exemplo, eu ese xen non o debo de ter nin de culo</i>
Faustino	44	<i>Porque o sabes? Tampoco vas al gimnasio. Si vas al gimnasio puedes ir...</i>
Fanny	45	<i>Aún así, no me gusta mucho el deporte</i>
Faustino	46	<i>Pero eso no tiene nada que ver</i>
Felisa	47	<i>¿Cual ponemos? ¿Creeis que es ésta la mejor explicación?</i>
Fanny	48	<i>Si porque la del ñame va a ser que no</i>
Val	49	<i>¿Estades de acordo? Si non estades de acordo tendes que facer dúas follas</i>
Faustino	50	<i>Profe!, ¿tienes que elegir una de aquí?</i>
Val	51	<i>A ver, a segunda parte é elixir a mellor explicación pero segundo o que tendes</i>
Faustino	52	<i>Si pero ¿de aquí o de otra cosa?</i>
Val	53	<i>Después de saber todas estas cousas e ver que algunhas apoian que son os xenes e que outras apoian o ambiente, o entrenamiento, a comida e outras apoian que son as dúas cousas.</i>
Faustino e Fins	54	<i>Ah! Vale</i>
Val	55	<i>Ben, eso é para estes señores que opinaron esto. Pero agora, ¿vos que considerades? Que é A [xenética] o mellor e por que, ou ben que é B [ambiente] o mellor e por que; ou ben que é C [interacción] o mellor e por que</i>
Fins	56	<i>Por lo que acabas de decir</i>
Val	57	<i>De estos hai algúns que os poden parecer unha mera opinión de individuos e hai outras que non, que esto é unha proba sólida.</i>
Faustino	58	<i>Para mi estas tres (xene do deporte, a roupa e a lonxitude das pernas)</i>
Felisa	59	<i>Entonces cales son ...</i>
Fanny	60	<i>Éste es demostrable, demostrable e demostrable, si. E estas non son. Ésta es una opinión que dan los padres [ñame]</i>
Val	61	<i>[Mr.Val le en alto a información do xene ACTN3]</i> <i>[Os alumnos pasan un tempo falando doutras cousas]</i>

Investigadora	62	<i>A ver non estades facendo nada. Para vós estas tres son probas: o xene do deporte, a roupa e a lonxitude das pernas. Por que?</i>
Alumno	63	<i>Porque os científicos estudaron isto e o comprobaron</i>
Investigadora	64	<i>Cales non son probas?</i>
Faustino	65	<i>A do árbol</i>
Felisa	66	<i>Creo que era tamén a do ñame</i>
Faustino	67	<i>E la de los esclavos</i>
Investigadora	68	<i>Ben, e por que non son probas?</i>
Faustino	69	<i>Porque son opiniones y sólo es en Jamaica [ñame] y ganaron más</i>
Investigadora	70	<i>Como? Que isto foi en Xamaica e por iso non é unha proba?</i>
Faustino	71	<i>Si, a los Jamaicanos si, pero como ganaron los otros e logo non di nada de que o fixeron científicos e...</i>
Investigadora	72	<i>Vale, pero no resto tampouco ou si?</i>
Alumno	73	<i>Si, en lo de los genes si, hay un estudio</i>
Investigadora	74	<i>Hai un estudio?</i>
Faustino	75	<i>Supongo. La gente normal no creo que diga eso porque si.</i>
Investigadora	76	<i>E isto? [táboa]</i>
Fanny e Faustino	77	<i>Iso es una tabla normal y corriente</i>
Investigadora	78	<i>Es una prueba?</i>
Fins	79	<i>Eso es real porque es lo que hicieron</i>
Fanny	80	<i>Es lo que hicieron, es una prueba.</i>
Felisa	81	<i>Pone los años y todo</i>
Investigadora	82	<i>Entón para vos unha proba e?</i>
Felisa	83	<i>Cando hai estudos científicos</i>
Investigadora	84	<i>Que máis?</i>
Fins	85	<i>Cuando hay datos reales</i>
Fanny	86	<i>y detrás un estudio científico</i>
Inv	87	<i>Ten que haber as dúas cousas?</i>
Fanny	88	<i>Non, non ten porque haber as dúas cousas. Para isto non hai un estudo científico, para facer a táboa</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Vila', Grupo G

Gravación grupo G (N=6): Gabriela, Gala, Gloria, Gonzalo, Gloria, Gustavo

Profesor: Val

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 13.35 h

Data: 27 de novembro de 2009

Táboa resumo dos episodios segundo a actividade e a cuestión discutida.

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Val (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1) Introdución da actividade	Val introduce a actividade. Da instrucións de como resolver a pregunta 1 e introduce a pregunta 2	Introdución da actividade
2 (2-58) Pregunta 1: relacionar os datos coas explicacións	3A discuten a 'táboa gañadores de medallas'. Val explica a táboa, en concreto os datos que fan referencia ao ambiente. 5A relacionan os datos ('escravos', 'roupa e calzado deportivo', 'ñame', 'xene') coas explicacións causais.	Relación entre datos e explicacións causais
3 (59-103) Pregunta 2: elección da mellor explicación causal	A confunden datos coas explicacións. A solicitan aclarar a preg. 2 I explícalles a preg. 2 A discuten cal é a mellor explicación.	Elección da mellor explicación causal (preg. 2)
4 (104-130) Pregunta 3: avaliación de datos	Val introduce a preg. 3 A discuten que datos constitúen probas e opinións. A xustifican en base a criterios.	Identificación de datos como probas (preg. 3)

Gravación sesión 3, grupo G (instituto 'Vila')

Nome	Turno	Transcripción
Val	1.1	<i>Vamos a ver, aquí nestas fundas hai unha serie de textos. Estes textos hainos que ler e os recomendo que un do grupo leanos en alto. Hai que lelos todos e son muy breves.</i>
	1.2	<i>E de onde están sacados estes textos? Estes textos están sacados de distintos artigos de prensa ou de internet. Por exemplo aquí fala dun xen que afecta a contracción muscular...</i>
	1.3	<i>Bueno, que hai que facer? Primeiro, a ver, esta é a folla de respostas. Fixádevos o que pon aquí (le o texto): Dende os mundiais de atletismo de Roma en 1987 onde tres atletas brancos chegaron a final dos 100 m lisos masculinos, os velocistas de cor negra ocuparon todos os postos das finais, non quere dicir todas as medallas! Senón que todos os postos finais, o sea, os dez que corren a final, todos eran negros desde o ano 1987. Esto é o que di este texto.</i>
	1.4	<i>Bueno, pois despois aquí hai varias opinións para explicar esto: A, B e C, téndelo diante? En A, hai uns que opinan que esto é consecuencia dos seus xenes, é dicir que os negros terían uns xenes moi adecuados para ser velocistas e por eso pasa eso. Segunda opinión, a B, hai outras persoas que cren que esto é debido a influencia de factores como a alimentación, entrenamiento, etc. Y despois hai unha terceira opinión, a C, que di que esto é unha combinación dos dous factores anteriores. Que un pouco inflúen os xenes e un pouco inflúe a alimentación, o entrenamiento, etc, eh?</i>
	1.5	<i>Bueno pues, destes textos que hai aquí na folla de cores, que tedes que leer en alto para que todos atendan no grupo, todos un por un. E eu o que digo é que primeiro se lea un e que se responda aquí e que despois se lea o segundo e se responda aquí, despois o 3º e se responda aquí, etc, etc. Pois de todos eses hai que decidir si este texto verde por exemplo apoia a idea A, a idea B ou a idea C? Si por exemplo alguén opina que o verde apoia a A pois podedes poñer que a lonxitude das pernas que é o verde, poñédelo en A. , si credes que é en B, poñedes B..Vale? E así hai que facelo con cada un deles de maneira que ao final vai a ver varios en A, en B, ou a mellor todos en C, o que cada un considere, entendido?</i>

	1.6	<i>Pero hai que primeiro lelos e a medida que se len se van poñendo en A, B ou C. Bueno esta é a primeira actividade que imos a facer. Bueno a primeira parte. Así que isto vai levarnos un certo tempo</i>
	1.7	<i>Despois unha vez que teñamos esto, faremos o número 2, que esto hai que facelo en grupo: Elixo a mellor explicación... E dicir que unha vez que estas opinións das follas de cores son de tipo A, B ou C, segundo vos. Despois decides para vos que opinades, si para vos é máis correcto a opción A, B ou C e por que? Iso hai que poñelo na segunda pregunta pero para eso hai que discutilo en grupo primeiro.</i>
	1.8	<i>O sea que vamos a facer a primeira actividade agora xa! Poñedes nome e apelido das persoas e grupo no que estades. Veña! Empezades a ler, en alto!</i>
Gustavo	2	<i>A verde [táboa medallas], yo creo que es la C [interacción xenes-ambiente]</i>
Gabriela	3	<i>Yo también. A ver, los negros siempre van a ser, siempre quedan o plata, oro o bronce.</i>
Gloria	4	<i>No, no, que siempre van a ir a la final, no quiere decir que ganen!</i>
Gustavo	5	<i>Eso, eso, si. Y ¿porque se explica?</i>
Gabriela	6	<i>Por los genes, por la alimentación y el entrenamiento o por ambas [le a resposta]</i>
Gustavo	7	<i>Por ambas, por ambas</i>
Gonzalo	8	<i>Si, por ambas</i>
Gabriela	9	<i>No, no, no, que siempre van a ir a la final</i>
Val	10	<i>A ver, que vos parece?</i>
Alumnos	11	<i>Que é a C [interacción xenes-ambiente]</i>
Val	12	<i>No, pero a ver, ésta [o profesor móstralles a táboa], ésta... A ver, a táboa, ¿que a vades a poñer en A, en B ou en C?. Hai que ver que dice, ¿no?</i>
Gustavo	13	<i>Ahh, íbamos a consultar éstas, lo de A, B, C</i>
Val	14	<i>No, estas son as posibles explicacións que hai y dice: éste que apoya A, B o C. O sea, este ti onde o poñerías?, na opinión A, B ou C.</i>
Gabriela	15	<i>Ahhh, vale</i>
Val	16	<i>O sea, si tu piensas que é a A o poñerías aí, táboa: A, por exemplo</i>
Gabriela	17	<i>Vale, vale</i>
Val	18	<i>Pero eso tendes que decidilo vos. Fixádevos que todos son negros, que curiosamente son todos de África porque todos son de Jamaica. E aquí di varias cousas, di que é a cor da pel, negros todos,</i>

		<i>naceu aquí, sin embargo foi educado ou entrenado aquí. Y no ano en que sacaron as medallas...</i>
		<i>Entón, esto, estes datos que favorecen a opinión A, B ou a C, pensádeo. A A di: esto é polos xenes que teñen, a B é: esto é polo ambiente e o C é unha mezcla.</i>
Gustavo	19	<i>¿El cuadro en que lo ponemos? ¿En C, B o en A? En B no?</i>
Gabriela	20	<i>Yo creo que é en B [ambiente]. Tienes que explicar, este cuadro que dice: que lo consiguen todos por los genes, que es por la alimentación y por el entrenamiento o por ambas cosas.</i>
Gloria	21	<i>Ah!</i>
Gustavo	22	<i>Primero vamos viendo todo y vamos sacando las más fáciles.</i>
Gabriela	23	<i>Pero lo vamos haciendo por orden no?</i>
Gustavo	24	<i>A ver, ascendencia de escravos [rutas en barco dos escravos]</i>
Gabriela	25	<i>Lo hay que leer todos no?</i>
Gloria	26	<i>Hay que leer en voz alta</i>
Gabriela	27	<i>Es que no entiendo, vamos a ver.. [le o texto ao resto do grupo]</i>
Gloria	28	<i>Yo tampoco</i>
Gabriela	29	<i>Esto son Lo hay que hacer con todas las fichas</i>
Gustavo	30	<i>Si</i>
Investigadora	31	<i>Estades aínda coa primeira?</i>
Gabriela	32	<i>Si</i>
Investigadora	33	<i>Para vós esa é a C, a ascendencia dos escravos. Pero por que?</i>
Gustavo	34	<i>Porque ahí tiene que ver con la alimentación que tenía, con el entrenamiento que tenían y porque los genes</i>
Investigadora	35	<i>Opinades do mesmo xeito todos?</i>
Gustavo	36	<i>Si</i>
Investigadora	37	<i>Vale, escoitachedes falar algunha vez do chaleco e estas zapatillas?</i>
Alumnos	38	<i>Das zapatillas si, do chaleco non.</i>
Investigadora	39	<i>Ben,entón para vós que quere dicir esta información?</i>
Gonzalo	40	<i>Pois o chaleco fai que... Pois reduce a temperatura corporal</i>
Investigadora	41	<i>E entón que pasa ao reducir a temperatura corporal?</i>
Gonzalo	42	<i>Que aguanta máis ao correr</i>
Gabriela	43	<i>Ten maior rendimento</i>
Gonzalo	44	<i>Claro porque llega un punto en que el cuerpo al</i>

		<i>aumentar la temperatura se va cansando y esto al reducir la temperatura</i>
Investigadora	45	<i>Entón, estos datos con que teñen relación: con A, B ou C?</i>
Alumnos	46	<i>Con B</i>
Gabriela	47	<i>La A, los xenes, ¿no?</i>
Gala	48	<i>(Le información do ñame)</i>
Gabriela	49	<i>Está claro, la alimentación, B. ¿Estáis de acuerdo?</i>
Gustavo	50	<i>Si</i>
Gonzalo	51	<i>Que si, que si</i>
Gustavo	52	<i>[Le información do xene ACTN3]</i>
Gustavo	53	<i>Profe, ¿el cuadro también hay que ponerlo?</i>
Gabriela		
Gala	54	<i>Este vai para A</i>
Gustavo	55	<i>¿En que lo ponemos en B o en A?</i>
Gloria	56	<i>Habra que leela</i>
Gustavo	57	<i>En C por lo de color de piel y entrenamiento</i>
Gloria	58	<i>Claro, si, e que é nos dous</i>
Gabriela	59	<i>[le en alto a pregunta 2]</i>
Alumno	60	<i>Y eso que quiere decir?</i>
Gustavo	61	<i>Tenemos que decir cuál de estas, cual es la mejor.</i>
Gabriela	62	<i>¿Cómo la mejor?</i>
Gustavo	63	<i>Claro, esto puede representar mejor los datos, sabes, de porque los negros</i>
Gabriela	64	<i>Ésta, porque tiene dibujos y todo</i>
Gloria	65	<i>ésta es la más completa</i>
Gustavo	66	<i>Porque tiene dibujos evidentemente va a ser ésta [xene ACTN3]?</i>
Gonzalo	67	<i>Pero no es para la A cual, para la B cual y para la C cual</i>
Gustavo	68	<i>[le de novo en alto a pregunta 2]</i>
Gabriela	69	<i>El 1 ¿qué quiere decir? ¿qué tenemos que decir ? ¿cuál creemos que es más completo?</i>
Investigadora	70	<i>A ver, tendes que elixir para vos cal é a mellor explicación: a A, é dicir, que esto é consecuencia dos xenes; a B: influencia do ambiente ou a C, que é unha combinación de ambas.</i>
Gustavo	71	<i>A B</i>
Gabriela	72	<i>¿De todas as fichas?</i>
Investigadora	73.1	<i>Non, cal é a mellor explicación.</i>
	73.2	<i>As fichas que son?</i>
Gonzalo	74	<i>Son exemplos</i>
Investigadora	75.1	<i>Bueno, informaciós, ¿non?</i>
	75.2	<i>Entón tendes que elixir a mellor explicación: A, B ou C. E ¿cal é para vos?</i>
Gonzalo e	76	<i>A B</i>

outros		
Investigadora	77	<i>¿Todos de acordo?</i>
Gustavo	78	<i>No</i>
Gonzalo	79	<i>Si, porque tiene que ver con lo de que sea entrenado y sea alimentado bien</i>
Gloria	80	<i>Claro, si tes uns xenes adecuados pero non tes o entrenamiento...</i>
Gustavo e Gabriela	81	<i>Non te sirve, non te sirve de nada</i>
Gustavo	82	<i>Es una combinación de ambas</i>
Investigadora	83	<i>A ver poñerme un exemplo</i>
Gonzalo e Gustavo	84	<i>Unha persona que corra mucho, si non entrena, non gana</i>
Gustavo	85	<i>O un negro que por exemplo este gordo y que no pueda correr mucho, no sólo es ya por los genes sino por la alimentación</i>
Gala	86	<i>También puedes correr pero si non practicas non corres moito</i>
Investigadora	87	<i>Vale, entón é a C?</i>
Alumnos	88	<i>Si</i>
Investigadora	89	<i>Ben, de todos estas información, explicade o que estades dicindo pero empregando algunha destas informacións</i>
Gustavo	90	<i>Pois sería unha mezcla de entre éste y éste</i>
Gonzalo	91	<i>Porque mira aquí ten un 30%...</i>
Gloria	92	<i>Porque é adestramento, os xenes e a alimentación</i>
Gabriela	93	<i>Os negros son os que mellor combinan a alimentación e o entrenamiento, xa nacen con ese xen.</i> [Os alumnos cubren por escrito a pregunta 2. Escribe Gloria]
Gabriela	94	<i>Eleximos o apartado C porque creemos que é unha mezcla dos xenes, alimentación e o adestramento porque se ti comes ben e non te entrenas... Creemos que é unha mezcla entre os xenes, a alimentación e o adestramento.</i>
Gloria	95	<i>Porque se ti non comes ben e non entrenas...</i>
Gustavo	96	<i>Da igual os xenes que tengas</i>
Gala	97	<i>Mira, si tes unhas pernas largas e estás gordo, non vas correr</i>
Gloria	98	<i>Se non comes ben e non adestras, por moito que non teñas os xenes</i>
Gustavo	99	<i>Non vai servir</i>
Gala	100	<i>E dicir que tes que dar o teu máximo rendemento aparte de ter xenes</i>
Gabriela	101	<i>¿Qué más? Respecto os documentos... Venga,</i>

		<i>respecto ás informacións, valoramos...</i>
Gustavo	102	<i>Yo no valoro nada</i>
Gabriela	103	<i>¿Qué?</i> [Le en alto a resposta do grupo para comprobar con eles se está ben]
Val	104	<i>No terceiro, hai algunhas que os pode parecer que aporta unha proba sólida y entonces hay que decir de todas: Estas son probas, estas son meras opinións</i>
Gabriela	105.1	<i>Lonxitude das pernas, a ver, eso supostamente esta probado.</i>
	105.2	<i>Después, a ver, lo de las propiedades do ñame, o xene do deporte</i>
Gustavo	106	<i>Probado</i>
Gabriela	107	<i>Roupa e calzado de alta tecnología, probado</i>
Gloria	108	<i>E que todos están probados</i>
Gabriela	109	<i>Ascendencia dos excravos</i>
Gustavo	110	<i>Ehh, eso es opinión</i>
Gabriela	111	<i>¿Lo de las propiedades del ñame?, eso tiene que estar probado porque eso lo dijo...</i>
Gloria	112	<i>Que la planta esa tiene esas propiedades es verdad</i>
Gustavo	113	<i>A lo mejor es .. [Len de novo a información]</i>
Gloria	114	<i>Si, vale, pero eso puede ser una opinión del padre de Usain Bolt, ¿no?</i> <i>Pero que el ñame tiene propiedades es verdad</i>
Gustavo	115	<i>¿Quién sabe?</i> [Gloria lee de novo aos compañeiros a parte do texto que fala das propiedades da planta]
Gloria	116	<i>Es una mezcla</i>
Gabriela	117	<i>Porque es la opinión del padre de que gracias a esa planta el hijo es así pero..</i>
Gustavo	118	<i>Si, pero eso también lo tienen todos en la isla</i>
Gabriela	119	<i>Vale, pero es probado que la planta tenga esas cosas</i>
Gloria	120	<i>Es probado que la planta tiene esas cosas pero lo que no es probado es que afecte</i>
Gabriela	121	<i>Claro, eso es la opinión del padre, el por qué el hijo es así, el padre dice que es por la planta, pero a lo mejor no es así y lo dijo así de...</i>
Gustavo	122	<i>De guay</i>
Gabriela	123	<i>Pero, espera, a ver, as pernas, por que sabemos que é probado?</i>
Gloria e outros	124	<i>Porque fala dun estudo científico</i>
Gustavo	125	<i>Eso ya lo deja bastante claro</i>

Gabriela	126	<i>Por que?</i>
Gloria e Gala	127	<i>Está probado pola Universidad de Maryland</i>
Gustavo	128	<i>Eh! ¿Y el cuadro donde lo metimos?</i>
Gabriela	129	<i>Pues no sé...</i>
Gustavo	129	<i>Digo probado o..</i>
Gloria	130	<i>Probado. Porque que los tipos nacen en un sitio y entrenan en un sitio es verdad, no es una opinión. A táboa cremos que é unha proba porque son datos reais</i>

Transcripción Sesión 3, instituto Vila, Grupo H

Gravación grupo H (N=4): Henrique, Hugo, Héctor, Hilario.

Profesor: Val

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 13.35 h

Data: 27 de novembro de 2009

Táboa resumo dos episodios segundo a actividade e a cuestión discutida.

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Val (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1) Introdución da actividade	Val introduce a actividade. Da instrucións de como resolver a pregunta 1 e introduce a pregunta 2	Introdución da actividade
2 (2-43) Pregunta 1: Relación entre datos e explicacións	A discuten as informacións: 'ñame', 'escravos', 'roupa e calzado', 'táboa', 'xene ACTN3' I media no debate do alumnado	Relación entre datos e explicacións
3 (44-82) Pregunta 2: Cal é a mellor explicación?	Mr. Val introduce a pregunta 2. I media no debate A discuten	Cal é a mellor explicación?
4 (83-88) Pregunta 3: que datos son probas e por que?	Mr.Val explica pregunta 3. 4A discuten a información: 'ñame' e 'calzado deportivo'	Que datos son probas?

Transcripción sesión 3, grupo H (instituto Vila)

Nome	Turno	Transcripción
Val	1.1	<i>Vamos a ver, aquí nestas fundas hai unha serie de textos. Estes textos hainos que ler e os recomendo que un do grupo leanos en alto. Hai que lelos todos e son muy breves.</i>
	1.2	<i>E de onde están sacados estes textos? Estes textos están sacados de distintos artigos de prensa ou de internet. Por exemplo aquí fala dun xen que afecta a contracción muscular...</i>
	1.3	<i>Bueno, que hai que facer? Primeiro, a ver, esta é a folla de respostas. Fixádevos o que pon aquí (le o texto): Dende os mundiais de atletismo de Roma en 1987 onde tres atletas brancos chegaron a final dos 100m lisos masculinos, os velocistas de cor negra ocuparon todos os postos das finais, non quere dicir todas as medallas! Senón que todos os postos finais, o sea, os dez que corren a final, todos eran negros desde o ano 1987. Isto é o que di este texto.</i>
	1.4	<i>Bueno, pois despois aquí hai varias opinións para explicar isto: A, B e C, téndelo diante? En A, hai uns que opinan que isto é consecuencia dos seus xenes, é dicir que os negros terían uns xenes moi adecuados para ser velocistas e por eso pasa eso. Segunda opinión, a B, hai outras persoas que cren que isto é debido a influencia de factores como a alimentación, entrenamiento, etc. Y despois hai unha terceira opinión, a C, que di que isto é unha combinación dos dous factores anteriores. Que un pouco inflúen os xenes e un pouco inflúe a alimentación, o entrenamiento, etc, eh?</i>
	1.5	<i>Bueno pues, destes textos que hai aquí na folla de cores, que tedes que leer en alto para que todos atendan no grupo, todos un por un. E eu o que digo é que primeiro se lea un e que se reponda aquí e que despois se lea o segundo e se responda aquí, despois o 3º e se responda aquí, etc, etc. Pois de todos eses hai que dicir si este texto verde por exemplo apoia a idea A, a idea B ou a idea C? Si por exemplo alguén opina que o verde apoia a A pois podedes poñer que a lonxitude das pernas que é o verde, poñédelo en A. , si credes que é en B, poñedes B..Vale? E así hai que facelo</i>

		<i>con cada un deles de maneira que ao final vai a ver varios en A, en B, ou a mellor todos en C, o que cada un considere, entendido?</i>
	1.6	<i>Pero hai que primeiro lelos e a medida que se len se van poñendo en A, B ou C. Bueno esta é a primeira actividade que imos a facer. Bueno a primeira parte. Así que isto vai levarnos un certo tempo.</i>
	1.7	<i>Despois unha vez que teñamos esto faremos o número 2 que esto hai que facelo en grupo: Elixo a mellor explicación... E dicir que unha vez que estas opinións das follas de cores son de tipo A, B ou C, segundo vos. Despois decides para vos que opinades, si para vos é máis correcto a opción A, B ou C e por que? Iso hai que poñelo na segunda pregunta pero para eso hai que discutilo en grupo primeiro.</i>
	1.8	<i>O sea que vamos a facer a primeira actividade agora xa! Poñedes nome e apelido das persoas e grupo no que estades. Veña! Empezades a ler, en alto!</i>
Investigadora	2	<i>Estades lendo todos eso?</i>
Hugo	3	<i>Si</i>
Investigadora	4	<i>Xa o liches?</i>
Héctor	5	<i>Si</i>
Investigadora	6	<i>E que pasa?</i>
Héctor	7	<i>Que o pai de Usain Bolt dice que su hijo tiene más potencial o algo así gracias a una planta que se cultiva en Jamaica</i>
Investigadora	8	<i>E esa planta é o Ñame, non? Entón, esta información para vos que apoia a opción A, a opción B ou a C?</i>
Héctor	9	<i>A B [ambiente]</i>
Hugo	10	<i>Espera, tengo que leer ... A B.</i> [Hugo le en alto a información “ñame”]
Investigadora	11	<i>E para vos, a B, tamén?</i>
Hilario e	12	<i>Si</i>
Héctor		
Investigadora	13	<i>Ben, entón tendes que cubrir: a B, ñame</i>
Hugo	14	<i>[le en alto a información “rutas en barco dos escravos”]</i>
Investigadora	15	<i>A ver, en alto, porque se non non nos enteramos</i>
Henrique	16	<i>[le en alto a información dos escravos]</i>
Investigadora	17	<i>Entendíchedes o que di?</i>
Alumnos	18	<i>Si</i>
Investigadora	19	<i>Que di?</i>

Héctor	20	<i>Que os máis fortes son os que chegaban a Xamaica e entónces</i>
Investigadora	21	<i>Ben, é isto a que apoia?</i>
Héctor e Hugo	22	<i>A “A” [xenética]</i>
Investigadora	23	<i>Estades todos de acordo?</i>
Alumnos	24	<i>Si</i>
Investigadora	25	<i>Por que apoia a A?</i>
Hugo	26	<i>Porque sobrevivían solo os máis fortes</i>
Héctor	27	<i>Los esclavos que llegaban eran los de constitución más fuerte y así los hijos que tuvieron heredaron los genes</i>
Hugo	28	<i>[Le información sobre “roupa e calzado deportivo”]</i>
Investigadora	29	<i>A ver, esto que quiere decir para vos?</i>
Héctor	30	<i>Que modifica o entrenamiento</i>
Investigadora	31	<i>E que apoia?</i>
Hugo outros	32	<i>A B [ambiente]</i>
Investigadora	33	<i>Por que?</i>
Hugo	34	<i>Porque inflúe no entrenamiento</i> <i>Esto que será a B?</i>
Hilario	35	<i>Si, porque están entrenados en Estados Unidos y por ahí e excepto a este burro</i>
Héctor	36	<i>Eso será en la C</i>
Hilario	37	<i>Si, yo creo que si. Son todos negros pero están todos entrenados en ...</i>
Hugo	38	<i>[Le en alto a información do “xene ACTN3”]</i> <i>Ya está, lo dice, xenes</i>
Héctor	39	<i>Como hay alelos y no se qué tienen que ser alelos, ¿no? Digo yo</i>
Hugo	40	<i>Si</i>
Héctor	41	<i>Son os xenes. Por eso teñen as pernas máis longas</i>
Henrique	42	<i>Esa es la A</i>
Hilario	43	<i>Si, claro, la A es la de los genes</i>
Val	44	<i>A ver, agora, están xa feitas as outras</i>
Alumnos	45	<i>Si</i>
Val	46	<i>Estas son opinións destes señores que dixeron estes textos, non? Hai algúns que se inclinan pola opción dos xenes, outros que se inclinan pola opción ambiental e outros que se inclinan polas dúas cousas. Y vos que opinades? Que resulta que os negros, que cheguen a final, se debe a A [xenética] e por que. O resulta que se debe a B y por que ou ben, eu creo que se debe as dúas cousas, que sería a C. Entónces esta é a vosa</i>

		<i>opinión, entón escribides: para min... o mellor é a A, B ou C e por que.</i>
Hugo	47	<i>É a B [ambiente]</i>
Héctor	48	<i>Yo creo que la A</i>
Hilario	49	<i>La C [interacción xenes-ambiente]</i>
Henrique	50	<i>La C porque son negros</i>
Héctor	51	<i>Yo creo que es la A</i>
Hugo	52	<i>Por que?</i>
Héctor	53	<i>Porque por exemplo el Usain Bolt éste cuando se lesiono, o sea, después de haberse lesionado, sin haber entrenado nada hacía un mes o así, volvió a correr y batío el record del mundo</i>
Investigadora	54	<i>Como va?</i>
Hugo	55	<i>Es la C porque al ser negros teñen uns xenes máis fortes e a B porque a alimentación e o entrenamiento son factores que condicionan...</i>
Hilario	56	<i>Si</i>
Investigadora	57	<i>Entón para vós é a C</i>
Hugo	58	<i>Si porque os negros teñen uns xenes fortes e despois sempre a alimentación, o calzado e a roupa ...</i>
Investigadora	59	<i>Ben, ten algunha relación isto con algo que se viu antes na clase?</i>
Héctor	60	<i>Lo que?</i>
Investigadora	61	<i>O que estamos facendo?</i>
Hilario	62	<i>Si, co fenotipo e co genotipo</i>
Investigadora	63	<i>O fenotipo cal é, entón?</i>
Hilario	64	<i>A B sería</i>
Investigadora	65	<i>E cal é a información máis contudente ou fiable para vos?</i>
Hugo	66	<i>Eu creo que é esta porque pon que todos son negros pero que non todos teñen que nacer no mesmo país. Poden ser estadounidenses, de Inglaterra</i>
Héctor	67	<i>O Jamaicanos</i>
Investigadora	68	<i>Y eso de que se entrenen en distintos países que quiere decir?</i>
Héctor	69	<i>Que da igual, que como xa teñen os xenes dos negros que xa..., [entende a información ao revés, o ambiente non inflúe]</i>
Investigadora	70	<i>Entón para ti, isto é unha proba que vai a favor da xenética?</i>
Héctor	71	<i>Claro!</i>
Investigadora	72	<i>Pero ti [Hugo], dicías o contrario, non?</i>
Hugo	73	<i>No, dicía que los negros son mellores que os brancos porque da igual donde naceran que</i>

Investigadora	74	<i>sempre quedan primeiros Pero entón, iso non concorda coa vosa elección porque vos decides que a mellor explicación é a B pero en cambio me estades dande unha explicación que é a A</i>
Hilario	75	<i>Yo pienso que ayuda ser negro pero que también depende de donde entrenes porque no es lo mismo entrenar en África que entrenar en EEUU</i>
Investigadora	76	<i>Ben, entón tendes distintas porque ti pensas [Hugo e Héctor] que se ti eres negros xa está todo feito. En cambio, ti [Hilario] pensas que (...)</i>
Hugo	77	<i>Si</i>
Hilario	78	<i>O entrenamiento inflúe</i>
Héctor	79	<i>O entrenamiento a veces non depende porque dase o caso de que por exemplo Usain Bolt faga unha carreira sen entrenar e tamén gañe, sen entrenar durante un ano así</i>
Investigadora	80	<i>Sí! E iso por que é?</i>
Héctor	81	<i>Home sen entrenar para competir internacionalmente. Iso é polos xenes, polos xenes de Usain Bolt</i>
Investigadora	82	<i>Ben, entón me parece a mi que tendes que escribilo poque eu vexo aquí que hai distintas opinións</i>
Val	83	<i>Ben, no terceiro o que se vos vai a preguntar é cales son unha mera opinión que da o autor e cales son probas. Cales vos parece que son probas científicas, sólidas e cales vos parece que son meras opinións. Que quero dicir, pois a ver: estas son para mi probas sólidas y estas otras son meras opinións que da este señor..</i>
Hugo	84	<i>Vale, entonces, vamos a ordenarlo. Vamos a ordenar cuáles creéis que son probas...</i>
Héctor	85	<i>Esto, no sabemos lo que es el ñame. Ni siquiera</i>
Hilario	86	<i>Pero eso lo dice el padre por que es burro</i>
Héctor	87	<i>Ya!, no es una prueba, es una opinión. Es la opinión del padre</i>
Hugo	88	<i>Yo puse que éste no porque parece que hace publicidad de algo. Publicidad de nike</i>

Transcripción Sesión 3, instituto 'Vila', Grupo I

Gravación grupo I (N=4): Irma, Isabel, Iolanda, Irea

Profesor: Val

Sesión 3: Actividade "Os velocistas negros"

Hora: 13.35 h

Data: 27 de novembro de 2009

Táboa resumo dos episodios segundo a actividade e a cuestión discutida.

EPISODIO (TURNOS) SESIÓN 3: atletismo	ACTIVIDADE Val (profesor), I (investigadora), A (alumnado)	TEMA/ CUESTIÓN
1 (1.1-1.7) Introdución da actividade	Val introduce a actividade. Da instrucións de como resolver a preg. 1 e introduce a preg. 2	Introdución da actividade
2 (2-55) Preg 1: Relación entre datos e explicacións	A debate a pregunta 1 Relacionan os datos coas explicacións Val interacciona co grupo e explica os datos da táboa	Preg. 1: Relación entre datos e explicacións
3 (56-85.2) Preg 2: Cal é a mellor explicación?	I introduce a preg. 2 e pregunta polos datos da "táboa de medallistas" A discuten a preg. 2 e os datos da táboa	Preg. 2: Elección da mellor explicación causal
4 (86-105) Datos que apoian a mellor explicación causal	I solicita xustificar a súa elección (preg 2) en base aos datos achegados A discuten datos: Lonx pernas, ñame	Datos que xustifican a mellor explicación causal
5 (106-115) Preg 3: Que datos son probas?	I introduce a preg. 3: Que datos son probas? A discuten datos: 'roupa e calzado deportivo', táboa gañadores medallas', 'lonxitude pernas'	Criterios na identificación de probas

Transcripción sesión 3, grupo I (instituto Vila)

Nome	Turno	Transcripción
Val	1.1	<i>Vamos a ver, aquí nestas fundas hai unha serie de textos. Estes textos hainos que ler e os recomendo que un do grupo leanos en alto. Hai que lelos todos e son muy breves.</i>
	1.2	<i>E de onde están sacados estes textos? Estes textos están sacados de distintos artigos de prensa ou de internet. Por exemplo aquí fala dun xen que afecta a contracción muscular...</i>
	1.3	<i>Bueno, que hai que facer? Primeiro, a ver, esta é a folla de respostas. Fixádevos o que pon aquí [le o texto]: Dende os mundiais de atletismo de Roma en 1987 onde tres atletas brancos chegaron a final dos 100m lisos masculinos, os velocistas de cor negra ocuparon todos os postos das finais, non quere dicir todas as medallas! Senón que todos os postos finais, o sea, os dez que corren a final, todos eran negros desde o ano 1987. Isto é o que di este texto.</i>
	1.4	<i>Bueno, pois despois aquí hai varias opinións para explicar esto: A, B e C, téndelo diante? En A, hai uns que opinan que esto é consecuencia dos seus xenes, é dicir que os negros terían uns xenes moi adecuados para ser velocistas e por eso pasa eso. Segunda opinión, a B, hai outras persoas que cren que esto é debido a influencia de factores como a alimentación, entrenamiento, etc. Y despois hai unha terceira opinión, a C, que di que esto é unha combinación dos dous factores anteriores. Que un pouco inflúen os xenes e un pouco inflúe a alimentación, o entrenamiento, etc, eh?</i>
	1.5	<i>Bueno pues, destes textos que hai aquí na folla de cores, que tedes que leer en alto para que todos atendan no grupo, todos un por un. E eu o que digo é que primeiro se lea un e que se reponda aquí e que despois se lea o segundo e se responda aquí, despois o 3º e se responda aquí, etc, etc. Pois de todos eses hai que dicir si este texto verde por exemplo apoia a idea A, a idea B ou a idea C? Si por exemplo alguén opina que o verde apoia a A pois podedes poñer que a lonxitude das pernas que é o verde, poñédolo en A. , si credes que é en B, poñedes B..Vale? E así hai que facelo con cada</i>

		<i>un deles de maneira que ao final vai a ver varios en A, en B, ou a mellor todos en C, o que cada un considere, entendido?</i>
	1.6	<i>Pero hai que primeiro lelos e a medida que se len se van poñendo en A, B ou C. Bueno esta é a primeira actividade que imos a facer. Bueno a primeira parte. Así que isto vai levarnos un certo tempo.</i>
	1.7	<i>Despois unha vez que teñamos esto faremos o número 2 que esto hai que facelo en grupo: Elixo a mellor explicación... E dicir que unha vez que estas opinións das follas de cores son de tipo A, B ou C, segundo vos. Despois decides para vos que opinades, si para vos é máis correcto a opción A, B ou C e por que? Iso hai que poñelo na segunda pregunta pero para eso hai que discutilo en grupo primeiro.</i>
	1.8	<i>O sea que vamos a facer a primeira actividade agora xa! Poñedes nome e apelido das persoas e grupo no que estades. Veña! Empezades a ler, en alto!</i>
Iolanda	2	<i>Mira negra, negra, negra, negra... ¿y las blancas donde quedaron? Son todos negros</i>
Irma	3	<i>Hombre, Carl Lewis, Carl Lewis</i>
Iolanda	4	<i>Mira, Usain Bolt, Jamaica, negra. EEUU, negra</i>
Irma	5	<i>Bah porque los negros son los que mejor corren</i>
Iolanda	6	<i>A ver, venga.</i> [le en voz alta a información “táboa medallas”]
Val	7	<i>A ver!</i>
Irma	8	<i>Es que con la tabla no sabemos</i>
Val	9	<i>Ben, esta táboa que xa vedes con son todos negros, ¿no? Curiosamente ningún naceu en África, non? Son de EEUU, de Jamaica.. Son negros todos, de acordo? Bueno, estes datos, que dende os anos ... hasta, que por certo, sabemos que ningún é africano, que todos son dos EEUU. Esto que apoia: a opinión A, que di que esto se debe aos xenes que teñen, a B: é dicir, o entrenamiento e tal..</i>
Iolanda	10	<i>Aos xenes</i>
Val	11	<i>Ou a opinión C que di que son as dúas cousas: os xenes e o ambiente</i>
Iolanda	12	<i>No! Los genes!</i>
Val	13	<i>Bueno, pues cada un que de a súa opinión. Se estades de acordo</i>
Iolanda	14	<i>Estades de acordo?</i>

Val	15	<i>Ben, os xenes e poñedes táboa en A. Eso é unha e así co resto</i>
Irma	16	<i>Propiedades do ñame, opinión recollida no Xornal La Jornada</i>
Val	17	<i>A ver, ¿qué dice ésta? As propiedades do ñame, ¿que está en A, B o C?</i>
Irea	18	<i>En C</i>
Irma	19	<i>No sé, habla de un tubérculo ahí</i>
Val	20	<i>Ben, hai que leelo</i>
Iolanda	21	[le en alto a info “Ñame”] <i>Vale, yo creo que es la B</i>
Val	22	<i>A B, a C ou a A?, a B, estades todos de acordo? A B di... A (A) sería que son os xenes de Usain Bolt, a (B) sería un factor ambiental...</i>
Alumnas	23	<i>Claro, es La B!</i>
Val	24	<i>Ambiental? Si credes que é ambiental poñedes por que vos parece</i>
Irma	25	<i>Uhh! No lo dices muy convencido! Es la C?</i>
Val	26	<i>No, no</i>
Iolanda	27	<i>Yo creo que está bien</i>
Isabel	28	<i>Está bien!</i>
Iolanda	29	[Le en alto a información “lonxitude das pernas”] <i>Yo creo que ésta es la A porque son los genes. Porque es que los negros tengan las piernas más largas, eso va en los genes..</i> [Iolanda volve a ler en alto parte do texto]
Irma	30	<i>¿Y no será la combinación de A y B?</i>
Isabel	31	<i>No tiene nada que ver</i>
Irma	32	<i>Sí, pero también la alimentación</i>
Iolanda	33	<i>Pero es sólo a los deportistas negros, a los blancos no les pasa</i>
Irma	34	<i>La alimentación</i>
Isabel	35	<i>Tu puedes correr lo mismo que un negro y no tener las piernas igual de largas</i>
Irma	36	<i>Puede influir!</i>
Iolanda	37	<i>Bufff, esta es muy larga, Irea te toca!</i>
Irea	38	<i>Éste es el C</i>
Val	39	<i>A ver, que tal vades?</i>
Iolanda	40	<i>En el 4</i>
Irea	41	<i>En éste profesor, pero que hai que poner, este habla de la ropa. Tiene que ver con la alimentación y con los genes</i>
Val	42	<i>A ver, ese opina que con esas roupas chega máis rápido</i>
Iolanda	43	<i>Vai máis cómodo</i>
Alumnas	44	<i>Es la B</i>

Irea	45	[Le a información do xene ACTN3]
Iolanda	46	<i>Bahh, esto son genes</i>
Val	47	<i>Que!, en ésta que puxeches?</i>
Alumnas	48	<i>Os xenes</i>
Val	49	<i>Vedes que é un xene que facilita as contraccións rápidas</i>
Irea	50	<i>En que grupo va?</i>
Alumnas	51	<i>En la A</i>
Val	52	<i>A ver están as 6? , es que teño que vir aquí para que fagades algo?</i>
Alumnas	53	<i>Pero si ya están todas</i>
Val	54	<i>Os falta ésta [excravos], donde a vades a poñer?</i>
Alumnas	55	<i>En la C</i> <i>[pasan moito tempo sen facer nada]</i>
Investigadora	56	<i>A ver aquí, que estades facendo? Cal é a mellor explicación para vos? Ti dis a B?</i>
Iolanda	57	<i>Es la A porque todo influye por los genes</i>
Irma	58	<i>Es La A, los genes</i>
Investigadora	59	<i>Ben, ti pensas que son los xenes e ti tamén? Por que?</i>
Iolanda	60	<i>Si, porque va todo en los genes. O sea, ponían uno que podía ser por la ropa, ¿no? Pero por mucho que tú te pongas si tu ya de por sí eres lento, si tú no tienes la habilidad de correr. Por mucho que te pongas unos tenis que vuelen vas a ser lento igual.</i>
Investigadora	61	<i>Y por exemplo esta táboa, que interpretáis?</i>
Irma	62	<i>Que los negros son más ágiles y que tienen además las piernas más largas</i>
Iolanda	63	<i>Y eso va en los genes porque tienen las piernas más largas!</i>
Investigadora	64	<i>Pero aquí dice algo de las piernas?</i>
Irma	65	<i>No, ahí dice que corren más</i>
Investigadora	66	<i>Entón aquí non hai nada que interpretar máis que son todos negros, si?</i>
Iolanda e outra	67	<i>Y que nacen todos en la parte de..., fuera de África, en EEUU</i>
Investigadora	68	<i>Vale, y eso que quiere decir para vos?</i>
Iolanda	69	<i>Que no son de África!</i>
Alumnas	70	<i>Pues.. que tiene que ver el clima también</i>
Iolanda	71	<i>Pues que no tiene que ver el clima! Que lo que tiene que ver son los genes!</i>
Investigadora	72	<i>Vale, por que?</i>
Alumna	73	<i>Y porque todos son negros? y por que no gana un blanco?</i>
Iolanda e Irma	74	<i>Pues porque lo llevan en los genes? Y lo blancos tienen otros genes!</i>

Investigadora	75	<i>Pensades que os negros e os brancos teñen distintos xenes?</i>
Alumnas	76	<i>Si!</i>
Alumna	77	<i>Pero es que a lo mejor es casualidad</i>
Investigadora	78	<i>O mellor é casualidade?</i>
Iolanda	79	<i>Claro, porque coincidio</i>
Investigadora	80	<i>Ben, eu o que estou vendo aquí é que vos pensades que en todo isto inflúen os xenes</i>
Iolanda	81	<i>Si!</i>
Investigadora	82	<i>En que factores?</i>
Irma	83	<i>Si eres más fuerte, si puedes correr más...</i>
Investigadora	84	<i>Que máis?</i>
Irma	85.1	<i>Que no es lo mismo una persona que es fuerte ya de por sí que una débil, no?</i>
	85.2	<i>Entonces como pongo?</i>
Investigadora	86	<i>Ti pon aí coas túas palabras, con todos este datos como defenderías o que estás dicindo? Por exemplo para ti, cal é a máis fiable?</i>
Irma	87	<i>Creo que ésta</i>
Investigadora	88	<i>A ver, vos. A lonxitude das pernas, vale, por que?</i>
Iolanda	89	<i>Porque eso si que va en los genes y es que para mi lo de la ropa no!</i>
Irma	90	<i>No tiene nada que ver porque si tu tienes fuerzas y ya estás adecuado para poder correr mucho pues aunque lleves esa ropa pues no te... O sea, te influye algo pero no..</i>
Iolanda	91	<i>Claro, te puede ayudar</i>
Irma	92	<i>Porque yo ahora me pongo a correr al lado de Usain Bolt con la misma ropa y no corro lo mismo que el</i>
Investigadora	93	<i>E Usain Bolt por que corre tanto?</i>
Iolanda	94.1	<i>Por los genes, porque lleva esa información.</i>
	94.2	<i>Bueno porque está acostumbrado...</i>
Isabel	95	<i>Por la alimentación</i>
Iolanda	96	<i>Los genes también influirán algo, no?</i>
Alumna	97.1	<i>Bueno, puede ser que no</i>
	97.2	<i>porque puede ser que tus padres no corrieran nada y tú...</i>
Isabel	98	<i>También lo que entrena!</i>
Irma	99.1	<i>No tiene nada que ver,</i>
	99.2	<i>porque una persona se puede entrenar igual que él [U.Bolt] y nada...</i>
	99.3	<i>Hay gente que no corre nunca y que echa una carrera, eso ya te viene</i>
Investigadora	100	<i>Entón, pensade en todo isto que estades dicindo porque eu vexo que estades cambiando as veces</i>

		<i>de opinión</i>
Iolanda	101	<i>Seguimos en la misma son los genes, ¿no?</i>
Investigadora	102	<i>Pero no me estades dicindo que Usain Bolt corre moito por moitas cousas?</i>
Iolanda e outras	103	<i>Si</i>
Investigadora	104	<i>Entón non o tendes moi claro aí!</i>
Irma	105	<i>La combinación de A y B</i>
Investigadora	106	<i>Cales son probas? A táboa, a roupa e os xenes? A ver, a roupa por que é unha proba para vós?</i>
Irma	107	<i>Eso no es una prueba, eso es una opinión!</i>
Irea	108	<i>Yo creo que es una prueba porque de la manera que lo hicieron...</i>
Iolanda	109	<i>Claro! Hicieron una prueba con la ropa, si, para saber si funcionaba o no</i>
Alumna	110	<i>No! Se refiere a otro tipo de pruebas! Como la tabla</i>
Investigadora	111	<i>Para ti eso es una prueba?</i>
Irma	112	<i>Si</i>
Irea	113	<i>Esto es una prueba! Lo de la longitud de las piernas</i>
Investigadora	114	<i>Por que? Por que es una prueba?</i>
Iolanda	115	<i>Pues porque tienen que hacer un ejercicio, una prueba para saberlo</i>
